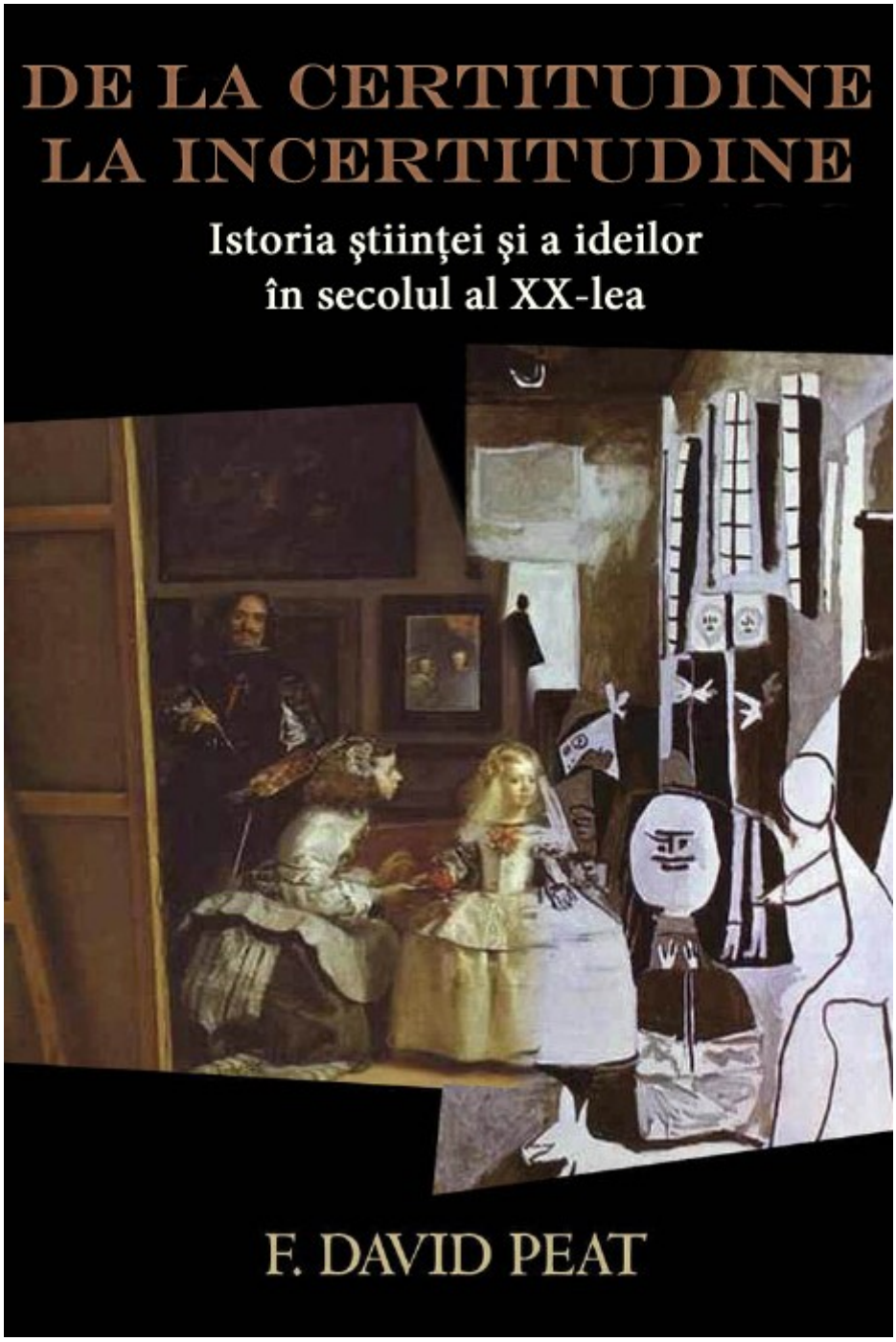
De la certitudine la incertitudine

de David Peat

Cu acordul autorului, fizicianul şi filozoful *F.David Peat*, vă oferim în traducere una dintre cele mai bune cărţi de filozofia ştiinţei secolului al XX-lea, "De la certitudine la incertitudine".

Traducerea, realizată de Scientia.ro, este cu acordul autorului şi este protejată de legea drepturilor de autor. Imaginile sunt preluate de pe site-ul Wikipedia.org.



COPERTA CĂRŢII. EXPLICAŢII

Coperta superioară a cărţii conţine, în partea stângă, un detaliu al celebrei picturi a lui Diego Velazquez intitulată Las Meninas (Domnişoarele de onoare - 1656). În 1957 Pablo Picasso picta 58 de versiuni proprii ale tabloului lui Velazquez, iar partea dreaptă a imaginii de pe copertă reprezintă un detaliu al uneia dintre ele. Alăturarea originalului şi interpretării lui Picasso (ambele picturi pot fi văzute mai jos) simbolizează ciocnirea dintre certitudine şi incertitudine în ştiinţa secolului al XX-lea.

DE LA CERTITUDINE LA INCERTITUDINE

de *F. DAVID PEAT*

CUPRINS:

PREFAŢĂ
1. INCERTITUDINEA CUANTICĂ
2. DESPRE NEDESĂVÂRŞIRE
3. DE LA OBIECT LA PROCES
4. LIMBAJUL
5. SFÂRŞITUL REPREZENTĂRII
6. DE LA PRECIZIE LA HAOS
7. REIMAGINAREA PLANETEI
8. OPRIND COSMOSUL

Cuprins

Cuprins....3
De la certitudine la incertitudine....5
Eterul şi radiaţia corpului negru....10
Înţelesurile relativităţii....12
Apariţia cuantei de lumină....14
Bohr şi "complementaritatea"....16
Heinsenberg şi principiul incertitudinii....17
Rolul observatorului în lumea cuantică....19
Realitatea în mecanica cuantică....22
De la mecanicism la incertitudine....23
Suspendaţi în limbaj....27
Dispariţia realităţii fundamentale....29
Puterea şi frumuseţea matematicii....31
Matematica - ultima certitudine?....32
Ce este un număr? Cum numărăm?....34
Paradoxul lui Russell....35
Principia Mathematica....36

Puterea logicii....38
Proiectul lui Hilbert şi intuiţionismul 40
Teorema lui Godel 41
Adevăruri nedemonstrabile....43
Limitele algoritmilor 44
Algoritmii şi strategiile cognitive....45
Inteligenţa artificială....46
Dominaţia logicii....47
Permanenţă şi transformare....49
Naşterea şi evoluţia teoriei atomice....51
De la atomi la particulele elementare....53
Simetria şi marile teorii unificate....54
nouă ordine în fizică - partea 1....56
O nouă ordine în fizică - partea a 2-a....60
Fizica indienilor Blackfoot....63
Incertitudinea limbajului-1....63
Incertitudinea limbajului-2....65
Incertitudinea limbajului-3....66
Incertitudinea limbajului-4....68
Incertitudinea limbajului-5....70
Incertitudinea limbajului-6....72
Bohr despre inadecvarea limbajului....73
Blackfoot şi Rheomode-1....74
Blackfoot şi Rheomode-2....75
Limbajul şi tu - cine este stăpânul? 77
Sfârşitul reprezentării....78
Cum funcţionează vederea....79
Cum ne reprezentăm ceea ce vedem....81
Pictura şi reprezentarea realităţii....83

De la certitudine la incertitudine

Publicăm astăzi prima parte din cartea *"De la certitudine la incertitudine. O istorie a ştiinţei şi ideilor în secolul al XX-lea"*, scrisă de fizicianul F. David Peat. Cartea, scrisă într-un stil atrăgător, face o incursiune în istoria ştiinţei, evidenţiind evoluţia conceptelor ştiinţifice.

PREFAŢĂ

Que sais-je ? (Ce ştiu?) *Montaigne*

Primul an al unui nou secol întotdeauna pare promiţător. Anul 1900 nu a fost o excepţie. Americanii l-au întâmpinat cu cei trei **P**: **P**ace, **P**rosperitate şi **P**rogres. Era punctul culminant al multor realizări deosebite. Ei priveau către viitor cu încredere, văzând noul secol ca unul al progresului neîntrerupt. Secolul al XX-lea trebuia să fie o perioadă a cunoaşterii şi certitudinii. În mod ironic, s-a încheiat în incertitudine, ambiguitate şi îndoială. Această carte este istoria acestei transformări şi a unei modificări de substanţă a gândirii omeneşti. Veţi găsi argumente că deşi noul mileniu nu mai promite certitudine, acesta deţine un bun potenţial pentru creştere, schimbare, descoperiri şi creativitate pentru toate domeniile.

Pe 27 aprilie 1900, lordul Kelvin, eminentul fizician şi preşedintele Societăţii Regale Britanice s-a adresat Instituţiei Regale, evidenţiind "frumuseţea şi claritatea teoriei dinamice". Finalmente fizica lui Newton se extinsese pentru a se aplica tuturor domeniilor fizicii, inclusiv studiului căldurii şi luminii. În esenţă, orice putea fi cunoscut era, în principiu cel puţin, cunoscut. Kelvin putea privi către noul secol cu încredere totală. Teoria mişcării a lui Newton fusese confirmată de generaţii întregi de oameni de ştiinţă şi explica totul de la orbitele planetelor până la numărul mareelor, căderea mărului ori traiectoria unui proiectil. Mai mult, în deceniile anterioare James Clerk Maxwell stabilise o teorie definitivă a luminii. Luate împreună, cele două teorii ale lui Newton şi Maxwell păreau a fi capabile să explice orice fenomen din Univers.

Cu toate acestea începutul secolului al XX-lea ne-a întâmpinat cu o ironie. 1900 a fost un an de mare stabilitate şi încredere. Se putea constata consolidarea multor triumfuri în ştiinţă, tehnologie, inginerie, economie şi diplomaţie. Dacă senatorul de New York, Chauncey Depew spunea că "Nu există om care să nu se simtă de 4 ori mai mare în 1900 decât s-a simţit în 1896, mai mare din punct de vedere intelectual, al speranţelor ori din punct de vedere al patriotismului", reverendul Newell Dwight Hillis susţinea că "Legile devin mai drepte, regulile se umanizează; muzica e tot mai suavă şi cărţile mai înţelepte." Totuşi, în chiar acelaşi timp alţi gânditori, inventatori, oameni de ştiinţă, artişti, dar şi visători, printre care Max Planck, Henri Poincaré, Thomas Edison, Guglielmo Marconi, Nikola Tesla, fraţii Wright, Bertrand Russell, Paul Cézanne, Pablo Picasso, Marcel Proust, Sigmund Freud, Henry Ford şi Herman Hollerith zămisleau idei şi invenţii care aveau să transforme întreaga planetă.

Las Meninas (Domnişoarele de onoare. 1656). Pictura de căpătâi a lui Diego Velazquez

1900 a fost anul în care a fost inventată tehnica fotografierii cu bliț şi când vocea a fost pentru prima oară transmisă pe calea undelor. Arthur Evans a descoperit dovezi ale existenței culturii minoiene, iar Statele Unite şi-au susținut moneda națională cu ajutorul aurului. Odată etalonul de aur adoptat, ce ar mai fi putut sta în calea creşterii încrederii în viitorul statului american?

Anul 1900 marchează de asemenea apogeul unei perioade de rapide descoperiri. În ultimii doi ani soții Curie descoperiseră *radiul*, iar J.J. Thomson *electronul*. Von Linde lichefiase aerul şi fusese inventată *aspirina*. Proiectorul lui Edison alături de înregistrarea pe baze magnetice a sunetului prevesteau apariția cinematografiei.

Mulțumită invențiilor lui Nikola Tesla din domeniul curentului alternativ, oraşul Buffalo era alimentat cu energia electrică produsă de cascada Niagara. Contele von Zeppelin construise un dirijabil, metroul din Paris fusese inaugurat, iar Londra fusese martora primului său autobuz.

Până în 1902, transmisia datelor cu ajutorul telefonului şi telegrafului era deja o practică cu vechime şi fuseseră puse bazele telefotografiei.

Tot în 1900 s-a stabilit o legătură între Congresul Sindicatelor britanice şi Partidul Laburist Independent, mişcare ce se va solda cu punerea bazelor sistemului naţional de asistenţă socială. Încurajaţi de aceste măsuri oamenii au început să viseze în mod justificat la un viitor în care locuinţele, educaţia şi sistemul de sănătate să nu mai reprezinte o problemă. Lipsa adăpostului trebuia să devină doar o amintire, iar dacă cei care îşi pierdeau slujbele aveau să strângă puţin cureaua, totuşi urmau să beneficieze de ajutorul de şomaj, ne mai îndurând toate suferinţele şi privaţiunile de până atunci.

De asemenea, întreaga Europă a cunoscut în 1900 un profund sentiment de stabilitate. Regina Victoria, care domnea din 1837, era încă pe tron. Îşi câştigase porecla de "Bunică a Europei", deoarece nepoţii săi ajunseseră prin legături de alianţă în toate familiile regale europene. Într-adevăr, toţi regii şi reginele monarhiilor europene, precum şi familia regală rusească, deveniseră parte a unei familii internaţionale unite în fruntea căreia se afla regina Victoria. Din această cauză diplomaţii credeau că în Europa nu mai era loc de vreun război.

La 18 mai 1899, la sugestia ministrului afacerilor externe al Ţarului Nicolae al II-lea al Rusiei, reprezentanţi din 26 de naţiuni s-au întâlnit la Haga în cadrul a ceea ce avea să fie prima conferinţă internaţională pentru pace. S-au pus cu această ocazie bazele unei Curţi Internaţionale de Justiţie care să arbitreze disputele dintre naţiuni. Conferinţa a scos în afara legii utilizarea gazelor toxice, gloanţele dum-dum şi lansarea bombelor de la bordul baloanelor. Războaiele şi conflictele internaţionale urmau să devină de domeniul trecutului. Întreaga lume se îndrepta spre o epocă de aur în care ştiinţa şi tehnologia aveau să fie puse în slujba umanităţii şi păcii mondiale.

Şi totuşi, când oamenii privesc către un viitor înfloritor, nu trebuie să scape din vedere pericolul unei încrederi exagerate în forţele proprii. Nu rareori profeţiile noastre revin şi nu ne dau pace. Este ironic în mod special faptul că în acelaşi an 1900, anumite idei şi concepţii începeau să iasă la iveală, care aveau să transforme lumea, societatea şi pe oameni înşişi în mod radical şi imprevizibil.

În ce constau germenii aceştia predestinaţi să prindă formă în direcţii atât de neaşteptate? În 1900 Max Planck îşi publica prima lucrare pe teme ce aveau să deschidă drumul spre naşterea mecanicii cuantice, iar tânărul Albert Einstein absolvea Institutul Politehnic din Zürich. Un an mai târziu se năştea Werner Heisenberg. *Aceşti trei fizicieni aveau să fie creatorii marilor revoluţii din fizica modernă.*

În 1900 Henri Poincaré îşi îndreptase atenţia asupra unei dificultăţi tehnice greu de înţeles în directă legătură cu mecanica newtoniană. La mai bine de o jumătate de secol după aceea din această zonă avea să se nască *teoria haosului*. Astronomii aşteptau cu nerăbdare inaugurarea marilor telescoape de pe muntele Wilson, în anul 1904, iar în deceniile care au urmat Edwin Hubble avea să folosească aceste instrumente pentru a descoperi că Universul era mai mare decât se crezuse până atunci şi, mai mult decât atât, era într-o neîncetată expansiune.

În 1900 biologii redescopereau lucrările unui călugăr puţin cunoscut de la jumătatea secolului al XIX-lea, Gregor Mendel. Ignorat de comunitatea ştiinţifică în timpul vieţii sale, Mendel cercetase modul în care caracteristicile fizice sunt moştenite atunci când diferite soiuri de mazăre de grădină sunt încrucişate. Cine şi-ar fi imaginat că după exact un secol de la această

redescoperire a mecanismelor de bază ale eredității avea să fie anunțată finalizarea Proiectului Genomului Uman?

În acelaşi an, 1900, a văzut lumina tiparului celebra lucrare "*Interpretarea visurilor*" a lui Sigmund Freud. Mult mai rațional decât un volum de deslușire a sensului visurilor din epoca victoriană, care de obicei cocheta cu supranaturalul, volumul freudian arăta că visurile reprezintă "calea cea mai sigură către subconştient" şi că, drept urmare, existența noastră în stare de veghe se desfăşoară sub semnul caracterului nerațional al subconştientului. Tocmai acest subconştient ascundea potențialul pentru violență şi lipsă de rațiune a oamenilor, care aveau să fie dovedite cu tărie de nenumărate ori de-a lungul secolului al XX-lea.

Las Meninas - una dintre cele 58 de versiuni proprii realizate de Pablo Picasso în 1957

La finele secolului al XIX-lea Percival Lowell îşi folosea averea pentru a construi propriul său observator astronomic la Flagstaff, Arizona, cu scopul de a descoperi viață pe planeta Marte. În 1900, H.G. Wells, inspirat de aceste idei, publica *Războiul Lumilor,* carte care punea în pagină imaginea distrugerii în masă a rasei umane. Ironic este că adevăratul pericol al distrugerii globale a umanității nu avea să se datoreze în secolul al XX-lea omuleților verzi, ci armelor de distrugere în masă fabricate de oameni.

1900 a fost anul în care tânărul filozof Bertrand Russell îl auzea pe Giuseppe Peano vorbind în cadrul unei conferințe desfăşurate la Paris. Prelegerea l-a marcat atât de puternic pe Russell încât şi-a dedicat opera de o viață descoperirii certitudinii în matematică şi filozofie. Felul în

care acest Sfânt Graal al matematicii a fost în cele din urmă infirmat constituie subiectul major al capitolului al doilea.

În 1900, inspirat de scrierile lui John Ruskin, Marcel Proust vizita Veneția. Abandonase romanul la care lucra şi hotărât să descopere o modalitate prin care să exprime înfruntarea omului cu eternitatea, pornea pe drumul la al cărui capăt trebuia să se găsească una dintre operele literare majore ale secolului al XX-lea. Era de asemenea anul în care James Joyce, după ce îi fusese în premieră publicat un articol, decidea să se dedice în întregime scrisului. În acelaşi an Picasso organiza prima sa expoziție şi făcea o călătorie la Paris, un eveniment ce urma să aibă un profund efect asupra artei secolului al XX-lea. 1900 a fost şi anul în care Paul Cézanne a lucrat la faimoasele sale studii ale masivului Montagne Sainte-Victoire. Lucrările pe care le-a pictat în această zonă muntoasă au avut un efect revoluționar asupra tehnicii şi artei picturii şi au reprezentat încă o formă de îndoială şi incertitudine, pentru că artistul a pus sub semnul întrebării veridicitatea celor observate cu ochiul liber.

În anul anterior Henry Ford înființase compania Detroit Motor, care avea să producă faimosul Model T, o maşină care a transformat societatea americană. Dacă adăugăm acestei invenții a lui Ford şi producția de masă prin intermediul liniilor de asamblare, putem înțelege măcar parțial de ce, în timp ce la momentul când tânărul Henry părăsea ferma tatălui său, doar un sfert din populația SUA locuia la oraş şi la moartea sa deja mai bine de jumătate dintre americani erau orăşeni. În 1900 existau 8000 de automobile pe teritoriul Statelor Unite şi doar 150 de mile de drumuri asfaltate. În prezent numărul automobilelor se apropie în SUA de 100 de milioane.

Cu câțiva ani înainte, în 1896, Herman Hollerith crease compania "Tabulating machine" (Maşina de calcul) pentru a mări viteza de procesare a datelor, tehnologia sa bazându-se pe un sistem cu cartele perforate. În 1911 numele companiei era schimbat în International Business Machine (IBM). Tuburile cu vid din compunerea aparatului radio fuseseră inventate în 1904, astfel că atât componentele electronice, dar şi infrastructura de afaceri necesare declanşării revoluției tehnologiei informației deja apăruseră.

În acelaşi an în care Hollerith crea "Tabulating Machine Company", Henri Becquerel descoperea proprietățile radioactive ale uraniului. Câteva decenii mai târziu, în timp ce studia fenomenul descoperit de Becquerel, omul de ştiință german Otto Hahn avea revelația sciziunii atomului. Când datele despre acest proces au ajuns în SUA, colegii l-au convins pe Albert Einstein să trimită o scrisoare preşedintelui Roosevelt în care îi recomanda acestuia construirea unei bombe atomice, pe fondul temerilor legate de faptul că oamenii de ştiință naziști ar putea să realizeze primii acest lucru. A fost certificatul de naştere al erei atomice, care a adus cu ea posibilitatea anihilării tuturor formelor de viață de pe Terra.

Deşi secolul al XX-lea a început sub auspiciile certitudinilor aducătoare de încredere, finalul său a fost marcat de o incertitudine tulburătoare. Niciodată nu vom mai avea parte de un asemenea grad de orgoliu în ceea ce priveşte cunoaşterea ştiințifică a umanității. Odată cu pasiunea nebună a omenirii pentru ştiință şi tehnologie a venit şi supraaprecierea capacităților noastre de a manipula şi controla mediul înconjurător. Am uitat de puterea impulsurilor irației ale minții umane. Am fost prea mândri de propriile realizări intelectuale, prea încrezători în posibilitățile noastre, prea siguri că oamenii vor păşi prin lume asemenea zeilor.

În prezent suntem mai înțelepți şi mai precauți. Suntem suspicioşi în fața planurilor mărețe şi a promisiunilor universale. Tratăm cu atenție propunerile impetuoase ale experților şi politicienilor. Asezonăm optimismul fără margini cu o doză generoasă de prudență.

Înainte de toate ne dorim o lume mai bună pentru noi înşine, copiii noştri şi copiii copiilor noştri. Am înțeles faptul că oamenii obişnuiți pot avea ceva important de transmis semenilor lor. Nu ne vom încredința viețile orbește în mâinile politicienilor şi instituțiilor. Cerem să fim ascultați şi ştim că putem face diferența.

Acum să ne oprim în detaliu asupra secolului al XX-lea şi să descoperim feluritele moduri în care certitudinea s-a destrămat, lăsând locul incertitudinii. Fiecare capitol care urmează ne spune ceva despre incertitudinea din domenii diverse precum arta, ştiința, economia, societatea şi mediul înconjurător. Fiecare adaugă un nou sens acestor întrebări de o complexitate crescândă: Cine sunt? Ce ştiu? Ce înseamnă să fii om?

Eterul şi radiaţia corpului negru

În deschiderea primului capitol al volumului, capitol dedicat incertitudinii din lumea cuantică, David Peat se opreşte pe scurt asupra a două dificultăți majore din fizică la sfârşit de secol XIX: problema eterului luminifer şi radiația corpului absolut negru.

CAPITOLUL I - INCERTITUDINEA CUANTICĂ

La 1900 Lordul Kelvin vorbea despre triumful fizicii şi despre modul în care mecanica newtoniană ar putea fi extinsă pentru a descrie şi fenomenele legate de lumină şi căldură. Discursul său făcea referire la "cei doi nori" care ascundeau întrucâtva vederii "frumusețea şi claritatea" teoriei clasice: prima problemă privea *modul în care lumina călătoreşte prin spațiu*, iar cea de-a doua se referea la *distribuția uniformă a energiei într-un sistem format din molecule aflate în oscilație.* Soluția propusă de Kelvin s-a dovedit a fi, totuşi, foarte departe de țintă. Ironic este că ceea ce Kelvin a asemuit norilor de la orizont s-au dovedit a fi de fapt două încărcături detonante pe punctul de a genera o explozie de proporții în fizica secolului al XX-lea. Numele acestora erau *relativitatea* şi *teoria cuantică*, iar ambele teorii făceau referire şi la natura luminii.

Lumina, potrivit fizicienilor din generația lui Kelvin, este o mişcare oscilatorie şi asemenea oricărei mişcări de această natură ar trebui desluşită cu ajutorul legilor mecanicii newtoniene. Dar o mişcare oscilatorie, spuneau fizicienii, are nevoie şi de un mediu care să vibreze. Astfel s-a născut ideea că spațiul nu este vid, ci plin cu un material cu proprietăți stranii denumit "eter luminifer". Acest lucru conducea la concluzia că viteza luminii măsurată în laboratoarele de pe Terra – deci viteza cu care oscilațiile păreau să se deplaseze prin acest mediu straniu – ar trebui să depindă de viteza şi direcția cu care Pământul se deplasează prin eterul luminifer. Deoarece Pământul se roteşte în jurul Soarelui, această direcție variază în permanență, astfel că viteza luminii măsurată dintr-o anumită direcție ar trebui să varieze corespunzător cu perioada anului la care se efectuează măsurătorile. *Astfel că oamenii de ştiință se aşteptau să detecteze o variație a vitezei luminii la diferite momente ale anului, numai că experimente de foarte mare*

precizie au dovedit că lucrurile nu stau aşa. Indiferent de mişcarea Pământului relativ la fundalul stelelor îndepărtate, viteza luminii era aceeaşi.

Misterul vitezei luminii şi existenţa sau inexistenţa eterului aveau să fie rezolvate doar cu ajutorul *relativităţii speciale* a lui Einstein, care arăta că viteza luminii este constantă, în mod independent de viteza de deplasare a observatorului ori a sursei de lumină.

Celălalt nor de pe cerul lui Kelvin, distribuţia uniformă de energie între gradele de libertate ale unor molecule aflate în oscilaţie (teorema echipartiţiei energiei unei molecule pe grade de libertate, valabilă în mecanica clasică - care conducea la catastrofa ultravioletă - n.tr.), era în legătură cu o altă problemă dificilă – *radiaţia emisă de un corp fierbinte*. În acest caz soluţia a necesitat o revoluţie în gândire la fel de radicală ca şi teoria relativităţii – *mecanica cuantică*.

BOHR ŞI EINSTEIN

Relativitatea specială a reprezentat produsul unei singure minţi – cea a lui Albert Einstein. Teoria cuantică însă este rodul eforturilor unui grup de fizicieni care au lucrat în mare măsură împreună şi care l-au recunoscut drept mentor pe fizicianul danez Niels Bohr. Aşa cum se va vedea în continuare, contradicţiile dintre certitudine şi incertitudine - care reprezintă nucleul acestei cărţi – nu sunt nicăieri altundeva scoase mai clar în evidenţă decât în cazul raportării la teoria cuantică a acestor două figuri legendare ale fizicii secolului al XX-lea, Einstein şi Bohr. Urmărind devenirea lor intelectuală vom putea scoate la iveală esenţa acestei fracturi majore între certitudine şi incertitudine.

Când cei doi au dezbătut împreună problemele majore din mecanica cuantică în primele decenii ale secolului al XX-lea, au făcut-o atât de pasionaţi de descoperirea adevărului, încât Einstein a ajuns să afirme că a nutrit un simţământ de dragoste pentru Bohr. Totuşi, pe măsură ce Einstein şi Bohr au înaintat în vârstă, diferenţele dintre poziţiile lor au devenit insurmontabile până la punctul în care mai aveau foarte puţine să-şi spună unul altuia. Fizicianul american David Bohm a istorisit povestea vizitei lui Bohr la Princeton la finele celui de-al doilea război mondial. Cu acea ocazie fizicianul Eugene Wigner a organizat o recepţie în cinstea danezului, la care urma să participe şi Einstein. În timpul recepţiei Einstein şi studenţii săi au ocupat un capăt al camerei, pe când Bohr şi colegii acestuia s-au aşezat în cealaltă parte a încăperii.

Cum de a fost posibilă o asemenea transformare? De ce, în ciuda pasiunii comune pentru adevăr, spiritul dialogului dintre cei doi în cele din urmă s-a stins? Explicaţia rezumă o mare parte din istoria fizicii secolului al XX-lea şi are legătură cu distanţa fundamentală dintre certitudine şi incertitudine. Ruptura dintre Einstein şi Bohr are legătură cu una dintre ideile profunde ale ştiinţei şi filozofiei – natura fundamentală a realităţii. Pentru a înţelege întregul proces trebuie să înţelegem una dintre transformările majore de paradigmă din istoria ştiinţei şi înţelegerii lumii, un salt de proporţii mult superior celor provocate de descoperirile lui Copernic, Galilei sau Newton. Pentru a descoperi despre ce este vorba e nevoie la început de un tur al fizicii secolului al XX-lea.

Înţelesurile relativităţii

În a treia parte a traducerii cărţii lui F.David Peat, "De la certitudine la incertitudine", veţi putea citi despre semnificaţia reală a termenului *"relativitate*", aşa cum a fost el folosit de Albert Einstein, dar şi o scurtă introducere în teoria relativităţii.

RELATIVITATEA

Numele lui Einstein este asociat în memoria colectivă cu ideea că "totul e relativ". Cuvântul „relativ" are asociate în prezent un număr important de semnificaţii. Sociologii, de pildă, vorbesc despre „un relativism cultural", sugerând prin această sintagmă că ceea ce noi considerăm drept „realitate" este în mare măsură un construct social şi că alte societăţi îşi construiesc propriile realităţi în diferite alte feluri. Astfel că, susţin aceştia, „ştiinţa occidentală" nu va putea fi considerată vreodată o reprezentare complet obiectivă a lumii, întrucât aceasta are la bază o serie de premise care ţin de cultura apuseană. Unii sugerează că ştiinţa este doar una dintre reprezentările pe care o societate le construieşte pentru a conferi autoritate structurii sale; religia fiind o alta.

Folosind în acest fel termeni precum „relativ" şi „relativism", ne-am îndepărtat de intenţiile iniţiale ale lui Einstein. Teoria lui Einstein ne spune cu certitudine faptul că lumea se înfăţişează diferit privirii observatorilor care se mişcă cu viteze diferite ori celor care resimt influenţa unor câmpuri gravitaţionale de diverse valori. De exemplu, relativ la un observator lungimile se vor contracta, ceasurile vor ticăi la viteze diferite, iar obiectele circulare vor părea de formă elipsoidală. Cu toate acestea, acest lucru nu înseamnă că lumea în sine este pur subiectivă. Legile naturii fundamentează aparenţe relative şi aceste legi sunt aceleaşi pentru toţi observatorii, indiferent cât de repede se mişcă ori unde se găsesc aceştia în Univers. Einstein a crezut cu tărie într-o realitate totalmente obiectivă a lumii şi, aşa cum vom vedea în cele ce urmează, acesta este punctul în care Einstein s-a despărţit de Bohr.

Poate că ar trebui adăugată aici o clarificare, din moment ce termenul „relativitate" desemnează două teorii. În 1905 Einstein (în cadrul a ceea ce avea să devină cunoscută drept *teoria relativităţii restrânse* ori *speciale*) a tratat problematica modului în care fenomenele se înfăţişează diferiţilor observatori aflaţi în mişcare cu diferite viteze. El a arătat, de asemenea, că nu există un sistem de referinţă absolut în Univers faţă de care toate vitezele să poată fi măsurate. Se poate face referire doar la viteza unui observator raportată la un alt observator şi măsurată relativ la acesta. De unde şi termenul „relativitate".

Trei ani mai târziu matematicianul Hermann Minkowski lua cuvântul la Köln în cadrul celei de-a 80-a întruniri a oamenilor de ştiinţă şi medicilor germani. Şi-a deschis alocuţiunea rostind faimoasele cuvinte: ***„De acum înainte spaţiul şi timpul independente sunt condamnate să devină simple umbre şi doar un soi de îmbinare a celor două va conserva o realitate independentă".*** Cu alte cuvinte, teoria relativităţii restrânse a lui Einstein sugera că spaţiul şi timpul vor fi unificate sub forma unui mediu nou, cvadridimensional, numit ***spaţiu-timp***.

Einstein începea atunci să mediteze la locul pe care gravitația îl ocupa în ecuația sa. Rezultatul, publicat în 1916, avea să se intituleze *teoria relativității generalizate* (cu forma sa timpurie, cea numită restrânsă, fiind un caz particular aplicabil în absența câmpurilor gravitaționale). Noua teorie descria felul în care materia şi energia afectează structura spațiu-timpului, curbându-l. Pe de altă parte, atunci când un corp pătrunde într-o zonă curbată a spațiu-timpului, viteza sa se modifică. Dacă aşezăm un măr într-o asemenea regiune a spațiu-timpului acesta va fi accelerat, asemenea unui fruct care cade dintr-un copac pe Terra. Din perspectiva *relativității generalizate* forța gravitațională care acționează asupra mărului nu este nimic altceva decât rezultatul deplasării unui corp prin spațiul-timp curb. În acest caz, *curbura spațiu-timpului* este produsă de masa planetei Pământ.

Acum să revenim la problema obiectivității într-o lume dominată de legile relativității. Să ne imaginăm un grup de oameni de ştiință aici, pe Terra, un alt grup de cercetători care se deplasează cu o viteză apropiată de viteza luminii şi un al treilea grup situat în apropierea unei găuri negre. Fiecare grup observă şi măsoară fenomene şi manifestări diferite şi totuşi legile fundamentale pe care le vor deduce despre Univers vor fi identice în fiecare din cele trei cazuri. În viziunea lui Einstein, aceste legități sunt total independente de starea în care se găseşte observatorul.

Acesta este înțelesul profund al revelației lui Einstein. În spatele tuturor fenomenelor se află legile de funcționare ale naturii, iar forma acestora, cele mai elegante reprezentări matematice ale lor, sunt cu desăvârşire independente de orice observator. Fenomenele, pe de altă parte, sunt manifestări ale acestor principii fundamentale care sunt observabile doar într-un anumit context, în circumstanțe speciale. Astfel că, în timp ce fenomenele se înfățişează diverşilor observatori în mod diferit, teoria relativității permite oamenilor de ştiință să traducă sau să transforme un fenomen în altul, revenindu-se astfel la o reprezentare obiectivă a lumii. De aici rezultă că pentru Einstein certitudinea unei realități unice se ascunde în spatele unei varietăți de aparențe.

Relativitatea seamănă întrucâtva cu o excursie prin mai multe țări şi cu schimbarea dolarilor în lire sterline, franci elvețieni, yeni ori euro. Făcând abstracție de comisioanele practicate de bănci, valoarea banilor este exact aceeaşi, numai că forma lor exterioară (bancnotele şi monedele reprezentând dolari, lire sterline, yeni, euro ş.a.m.d.) se modifică.

Aplicând aceeaşi logică, o declarație făcută la ONU este tradusă simultan în numeroase şi diferite limbi. În fiecare caz particular sunetele sunt foarte diferite, dar înțelesul din spatele acestora este acelaşi. Fenomenele observate pot fi asemănate cu declarațiile făcute în diferite limbi, iar înțelesul profund al cuvintelor care stau la baza fiecăreia din acele traduceri corespunde legităților obiective ale naturii.

Această realitate fundamentală este complet independentă de orice observator individual. Einstein considera că dacă Universul nu ar funcționa de o asemenea manieră, atunci pur şi simplu lucrurile nu ar avea sens, iar el ar fi nevoit să renunțe la studiul fizicii. Astfel că, în ciuda înțelegerii comune a termenului „relativitate" (în sensul de imprecis, vag etc. - n.tr.), pentru Einstein lumea era o certitudine obiectivă, iar această certitudine rezida în legile fundamentale ale lumii materiale. Tocmai din cauza acestei viziuni fundamentale a lui Einstein asupra lumii, Bohr a ales alt drum decât acesta.

Apariţia cuantei de lumină

Legile existente la finele secolului XIX privind distribuţia energiei emise de un corp absolut negru conduceau la predicţii absurde (catastrofa ultravioletă). În 1900 Max Planck rezolva acest mister, revoluţionând fizica şi introducând noţiunea de *cuantă de lumină*.

RADIAŢIA CORPULUI ABSOLUT NEGRU

Dacă Einstein era adeptul unei realităţi independente şi obiective, care era poziţia lui Niels Bohr? Bohr era un gânditor foarte subtil şi scrierile sale din zona teoriei cuantice sunt adesea greşit înţelese, chiar şi de către fizicieni cu experienţă! Pentru a înţelege felul în care au evoluat opiniile lui Bohr despre incertitudine şi ambiguitate trebuie să ne întoarcem la anul 1900, mai exact la problema lui Kelvin privind distribuţia energiei între moleculele unui sistem şi la o problemă încă şi mai supărătoare - legată de cea dintâi - aceea a *radiaţiei corpului absolut negru.*

O floare, o rochie sau un tablou sunt colorate deoarece absorb lumina de anumite frecvenţe şi, respectiv, reflectă alte frecvenţe ale spectrului electromagnetic vizibil. Însă o suprafaţă perfect neagră absoarbe toată lumina incidentă pe suprafaţa sa. Nicio culoare nu are prioritate în detrimentul alteia, la fel cum nu există o anumită frecvenţă care să fie favorizată faţă de altele. La fel, atunci când respectiva suprafaţă de culoare neagră este mai caldă decât mediul învecinat, aceasta va radia energia acumulată şi, fiind de culoare neagră, va radia energie electromagnetică la toate frecvenţele posibile, fără diferenţieri între unele frecvenţe (ori culori) şi altele.

Când fizicienii de la finele secolului al XIX-lea au folosit teoriile disponibile atunci pentru a calcula câtă energie radiază un corp absolut negru, valoarea obţinută a fost, în mod absurd, infinită. Era clar că undeva se făcea o greşeală, dar nimeni nu a putut localiza eroarea din cadrul teoriilor pe care se fundamentau calculele efectuate.

Mai devreme pe parcursul aceluiaşi secol al XIX-lea fizicianul scoţian James Clerk Maxwell descrisese lumina ca fiind o undă. Fizicienii ştiau să efectueze calcule în cazul undelor de suprafaţă care se formează pe întinderile mari de apă (mări şi oceane), a undelor sonore care se propagă în sălile de concerte ori a celor care apar când scuturăm de o frânghie fixată la celălalt capăt. Undele pot fi caracterizate de orice valoare a lungimii de undă, cu un număr infinit de valori succesive. În cazul sunetului, de pildă, cu cât lungimea de undă – distanţa dintre un maxim al amplitudinii undei şi următorul - este mai scurtă, cu atât creşte înălţimea ori frecvenţa sunetului, întrucât cu cât distanţa dintre două maxime succesive este mai scurtă, cu atât mai multe maxime trec printr-un anumit punct, cum ar fi urechea omului, într-un interval de timp dat. Acelaşi lucru este valabil şi în cazul luminii: lungimile de undă mari se situează spre capătul roşu al spectrului, în timp ce lumina albastră este rezultatul unor frecvenţe mai mari şi, deci, a lungimilor de undă mai scurte.

Prin analogie cu undele sonore ori cu cele de suprafață, despre undele luminoase radiate de un corp fierbinte se credea că au toate lungimile de undă şi frecvență posibile; cu alte cuvinte, lumina avea un număr infinit de gradații de la o lungime de undă la următoarea (lungimile de undă permise nu sunt valori discrete: dacă ne referim la un interval de frecvenţe cuprins între f_1 şi f_2, atunci fiecare frecvenţă din acel interval este permisă; aceasta face ca atunci când se evaluează contribuţia unui interval de frecvenţe la total, matematic e nevoie de efectuarea unor calcule integrale şi nu a unor simple sume - n.tr.). Astfel se ajungea la valori infinite în calculele efectuate, de unde cantitatea infinită de energie radiată de corpul negru.

CUANTA

În 1900 Max Planck descoperea soluția acestei probleme. El propunea ideea că nu sunt permise toate frecvențele şi lungimile de undă posibile, deoarece energia luminoasă este radiată doar în cantități discrete numite cuante. În locul unui spectru continuu al radiației emise de un corp încins, este vorba mai degrabă de o emisie discontinuă, finită a unor serii de cuante.

Cu o singură lovitură problema radiației corpului absolut negru fusese rezolvată şi se deschisese uşa către un întreg domeniu complet nou al fizicii care s-a consacrat ulterior sub numele de *mecanică cuantică*. Ironic este faptul că Einstein a fost primul care a aplicat ideile lui Planck. El a susținut că dacă lumina există sub forma unor mici corpusculi, numite *cuante*, asta înseamnă că în momentul în care radiația luminoasă intră în contact cu suprafața unui metal se produce un fenomen similar unui mic bombardament al suprafeței metalice cu gloanțe microscopice, ceea ce duce la dislocarea unor electroni din structura metalică. Este exact principiul pe care îşi bazează funcționarea minuni tehnologice asemenea „ochiului magic" (expresie folosită în limba engleză pentru a desemna o *celulă fotoelectrică* - n.tr.). Când vă aşezați în dreptul uşii unui ascensor întrerupeți o rază de lumină al cărei rol este să „alimenteze" o celulă fotosensibilă. Raza constă din cuante de lumină (fotoni) care eliberează electroni la nivelul fotoreceptorului, dând astfel naştere unui curent electric care activează un circuit care comandă închiderea uşii. O persoană care se poziționează în dreptul uşii unui lift nu face altceva decât să întrerupă respectivul fascicul luminos, şi în consecință uşa nu se mai închide.

Următorul eveniment important în dezvoltarea teoriei cuantice are loc în anul 1913 şi îl are drept actor pe tânărul Niels Bohr care sugerează că nu doar lumina, ci şi energia atomilor este cuantificată. Astfel se explică de ce, atunci când atomii cedează o parte din energia proprie sub formă de radiație, energia emisă de un atom încins nu are un spectru continuu, ci constă dintr-o serie de frecvențe discrete - spectrului de emisie al respectivului atom. Cu ajutorul contribuțiilor venite din partea lui Werner Heisenberg, Max Born, Erwin Schrödinger şi a altor câțiva fizicieni, edificiul teoriei cuantice era desăvârşit. Şi odată cu acesta incertitudinea pătrundea în inima fizicii moderne.

Bohr şi "complementaritatea"

Ca şi teoria relativității, mecanica cuantică a introdus în fizica începutului de secol al XX-lea concepte complet noi şi paradoxale, printre care *dualitatea corpuscul-undă*. Bohr a ridicat-o la rang de principiu universal al lumii cuantice, pe care l-a numit "complementaritate".

COMPLEMENTARITATEA

Aşa cum teoria relativității ne învață că ceasurile pot funcționa la viteze distincte, că lungimile se pot contracta ori că gemenii care călătoresc separat pot înainta diferit în vârstă, la fel şi teoria cuantică a venit cu un număr de concepte noi, care mai de care mai bizare şi mai neobişnuite. Unul dintre acestea poartă numele de dualitate corpuscul-undă. În anumite situații comportamentul unui electron capătă sens doar dacă este asociat unei unde care populează întreg spațiul. În alte situații un electron ni se dezvăluie ca o particulă a cărei existență este limitată la o regiune minusculă a Universului. Dar cum e posibil ca ceva să fie pretutindeni şi, în acelaşi timp, într-un singur punct al spațiului?

Niels Bohr a ridicat *dualitatea* la rang de principiu universal pe care l-a botezat „complementaritate”. El susținea că o descriere unică, de genul „aceasta este o undă” sau „aceasta este o particulă”, nu este niciodată de ajuns pentru a descrie trăsăturile unui sistem cuantic. Descrierea sistemelor cuantice necesită câteva caracteristici complementare, care considerate împreună par paradoxale. Teoria cuantică a deschis drumul către apariția unui nou tip de logică despre funcționarea Universului.

Bohr privea complementaritatea ca pe un concept mult mai general decât simpla descriere a naturii electronilor. El considera că acest atribut al complementarității era comun conştiinței umane şi modului în care funcționează mintea omului. Până în secolul al XX-lea ştiința operase în limitele impuse de certitudinile logicii aristoteliene: „Un lucru este A sau non-A”. Se intra acum într-o zonă în care ceva putea fi „atât A, cât şi non-A”. Mai degrabă decât a formula descrieri exhaustive ale lumii ori a schița o hartă unică care să corespundă din toate punctele de vedere lumii exterioare, ştiința trebuia să genereze o serie de reprezentări care să înfățişeze trăsături distincte ale realității, hărți care în fapt nu se suprapun complet niciodată.

HAZARD ŞI INEXPLICABIL ÎN NATURĂ

Dacă ideea de complementaritate a zdruncinat credința noastră înnăscută în unicitatea caracterului obiectelor fizice cu care operează ştiința, certitudinea avea să recepționeze încă o lovitură sub forma noului rol pe care pura întâmplare, şansa, hazardul, îl va ocupa în teoria cuantică. Să ne gândim, de pildă, la descoperirea radiului de către Marie Curie. Acest element chimic este radioactiv, ceea ce înseamnă că nucleele sale sunt instabile şi se descompun în mod spontan, dezintegrarea dând naştere elementului radon. Fizicienii ştiau că după 1620 de ani doar jumătate din cantitatea inițială de radiu „supraviețuieşte” dezintegrării radioactive – perioadă cunoscută sub numele de „timp de înjumătățire” al elementului chimic în discuție.

După încă 1620 de ani va rămâne doar un sfert din cantitatea inițială, ş.a.m.d. Dar momentul descompunerii unui atom individual este guvernat de întâmplare - se poate dezintegra într-o zi ori ar putea fi intact şi peste 10000 de ani.

Putem face o paralelă cu politica firmelor care oferă servicii de asigurări de viață. Asigurătorii pot calcula speranța medie de viață a unui bărbat de 60 de ani care nu bea şi nu fumează, dar nu au nicio idee despre momentul la care va înceta din viață un anume bărbat în vârstă de 60 de ani. Există totuşi şi o diferență foarte importantă. Chiar dacă un bărbat în vârstă de 60 de ani nu cunoaşte momentul morții sale, este sigur că aceasta se va datora unei anumite cauze – atac de cord, accident de maşină sau trăsnet. În cazul dezintegrării radioactive a unui atom, nu există cauza declanşatoare. Nu există nicio lege a naturii care să condiționeze declanşarea unui asemenea eveniment. În lumea cuantică, întâmplarea are un caracter absolut.

Un alt exemplu se referă la faptul că jocul de ruletă este guvernat de noroc. Bila loveşte roata ruletei şi este deplasată încoace şi încolo până când, în cele din urmă, se poziționează în dreptul unui anumit număr. Deşi nu putem prezice rezultatul final, cunoaştem faptul că la fiecare moment există o cauză specifică, un impact de natură mecanică, prin intermediul căruia bila este propulsată către înainte. Dar fiindcă sistemul este prea complex pentru a lua în calcul toți factorii implicați în fenomen – viteza bilei, viteza roții ruletei, unghiul exact sub care bila loveşte roata, ş.a.m.d. – legile hazardului stăpânesc jocul. Ca şi în cazul asigurărilor de viață, hazardul reprezintă doar termenul folosit pentru a descrie faptul că sistemul este prea complex pentru a putea fi descris. În acest caz este vorba despre măsura ignoranței noastre.

Lucrurile sunt complet diferite în lumea cuantică. Întâmplarea la nivel cuantic nu reprezintă măsura ignoranței, ci o proprietate intrinsecă a sistemelor cuantice. Orice descoperiri viitoare în zona științei se vor dovedi insuficiente pentru a prezice momentul la care un anumit atom se va dezintegra, deoarece nu există un factor cauzator al descompunerii radioactive, cel puțin în sensul tradițional, care implică tragerea, împingerea, atracția ori respingerea venită din partea unei entități.

Hazardul în mecanica cuantică este absolut şi ireductibil. Orice cunoştințe noi vom dobândi despre atomi, acest element nu va dispărea. Întâmplarea este în centrul universului cuantic. Aceasta a reprezentat prima mare piatră de încercare, prima mare divergență de opinii între Bohr şi Einstein, întrucât cel de-al doilea a refuzat să creadă că „Dumnezeu joacă zaruri cu Universul”.

Heinsenberg şi principiul incertitudinii

Einstein a fost ultimul reprezentant al liniei clasice de gândire în fizică, adept al ideii că Universul poate fi explicat logic şi dincolo de orice ambiguitate intrinsecă pe care mecanica cuantică o introducea în ecuație

EINSTEIN: ULTIMUL EXPONENT AL FIZICII CLASICE

Chiar şi acum, la jumătate de secol de la moartea lui Einstein, este încă prea devreme pentru a evalua poziția pe care acesta o ocupă în istoria științei. Dintr-un anumit punct de vedere importanța contribuțiilor sale ar trebui comparată cu cea a lui Newton care, continuând munca lui Galileo Galilei, a creat o paradigmă care a reprezentat adevărul în știință timp de 200 de ani. A realizat o sinteză teoretică atât de cuprinzătoare, încât a putut descrie întreg Universul. Unii istorici ai științei se referă la Newton folosind sintagma "ultimul mag", o personalitate aflată la intersecția practicilor din Evul Mediu cu raționalismul științific. Newton a avut preocupări majore în zona alchimiei şi a căutat materia fundamentală, aşa-numita "Catholick matter" din care se credea că sunt compuse la nivel fundamental lucrurile. El a crezut cu tărie în existența unui principiu universal, unificator, capabil să explice tot ceea ce există.

De asemenea, Einstein, care a fost răspunzător pentru revoluția științifică produsă de teoria relativității, dar şi pentru unii dintre primii paşi teoretici întreprinşi în zona fizicii cuantice, este considerat de unii drept ultimul exponent al clasicismului în fizică. Ca şi în cazul lui Shakespeare, minți strălucite precum Newton şi Einstein par să se ridice deasupra vremurilor lor, pe de o parte scrutând viitorul, iar pe de alta privind înapoi spre o şcoală mai veche de gândire.

Când Einstein a pomenit de "bunul Dumnezeu" care nu joacă zaruri cu Universul, nu a avut în vedere conceptul strict religios al divinității, ci mai degrabă s-a referit la "Dumnezeul lui Spinoza" ori, ca în cazul lui Newton, la un principiu universal care înglobează natura în ansamblu. Pentru Einstein cosmosul era o creație divină care, în consecință, trebuia să aibă un înțeles, să existe în limitele rațiunii şi să fie caracterizat de o ordine sistematică. Trebuia să aibă la bază un principiu profund şi minunat din punct de vedere estetic. Structura sa fundamentală trebuia să fie mulțumitor de simplă şi de uniformă. Realitatea, pentru Einstein, se întindea dincolo de dorințele noastre mărunte. Realitatea trebuia să fie consistentă, solidă, logică. Şi trebuia să fie astfel la toate nivelurile. Mai mult, bunul Dumnezeu ne-a înzestrat cu abilitățile necesare studiului şi înțelegerii naturii fundamentale a acestei realități, credea Einstein.

Einstein ar fi putut să se aşeze la aceeaşi masă cu Newton pentru o discuție despre Univers, concepțiile celor doi putând fi conciliate, ceea ce până la urmă nu a fost posibil cu Bohr. Bohr şi teoria cuantică vorbeau despre hazard în mod fundamental. În accepțiunea lui Einstein însă întâmplarea, şansa, hazardul nu reprezentau decât moduri de a ne referi la incapacitatea umană de a pătrunde natura realității, o lacună a unei teorii sau chiar vreun neajuns experimental încă neluat în calcul.

Wolfgang Pauli, unul dintre fizicienii care au pus umărul la dezvoltarea teoriei cuantice, a exprimat contraargumentul cu foarte mare convingere atunci când a sugerat că fizica trebuie să accepte ceea ce el numea "natura irațională a materiei". Pauli însuşi purtase multe discuții cu psihologul Carl Jung, care descoperise ceea ce Pauli numea un "nivel obiectiv" al subconştientului. Este obiectiv deoarece acest subconştient colectiv este universal şi transcende orice evenimente individuale, personale din viața unui anumit individ. De asemenea, Pauli a sugerat că aşa cum se descoperise că mintea umană este caracterizată de un nivel obiectiv, şi în cazul materiei va fi localizat un aspect subiectiv asociat acesteia. Una dintre trăsăturile acestui "subiectivism" al materiei este cea la care Pauli se referă prin sintagma "comportament irațional al materiei". În accepțiunea lui Pauli, caracterul nerațional includea hazardul care caracteriza în mod fundamental lumea cuantică, adică evenimentele care au loc în afara regulilor cauzalității şi dincolo de limitele impuse de logica asociată fizicii clasice.

Prăpastia dintre opiniile lui Pauli despre trăsăturile inexplicabile caracteristice materiei şi cele ale lui Einstein privind caracterul obiectiv al realității este extrem de adâncă. Şi ceea ce făcea ca acest hău să fie de netrecut era o încă şi mai radicală incertitudine – dacă o realitate fundamentală există sau nu la nivel cuantic, dacă există sau nu o realitate independentă de actul observării.

PRINCIPIUL INCERTITUDINII INTRODUS DE HEISENBERG

Dispariția unei realități fundamentale îşi are germenii în formularea faimosului *principiu al incertitudinii* introdus de Werner Heisenberg. Când Heisenberg a descoperit mecanica cuantică a observat că formalismele sale matematice indicau faptul că anumite proprietăți, precum viteza şi poziția unui electron, nu puteau fi cunoscute concomitent cu exactitate. Această descoperire a fost ulterior exprimată în forma *principiului incertitudinii.*

Când astronomii vor să prezică traiectoria pe care o cometă o descrie, tot ce trebuie să facă este să-i măsoare viteza şi poziția la un anumit moment. Cunoscând forța gravitațională şi legile de mişcare ale lui Newton, este suficient să se introducă viteza şi poziția cometei în ecuații pentru a putea determina parcursul cometei pentru secolele ce vor urma. Dar când în discuție este un electron, lucrurile sunt profund diferite. Un experimentator îi poate calcula poziția ori viteza, dar niciodată pe ambele simultan fără ca un grad de incertitudine sau ambiguitate să–şi facă loc în rezultatele obținute. Teoria cuantică impune ideea că oricât am rafina măsurătorile, nivelul de incertitudine nu poate fi niciodată redus.

De ce se întâmplă acest lucru? A ieşit la iveală faptul că acesta este un rezultat direct al descoperirii de către Max Planck a caracterului discret al energiei, care există sub formă de pachete numite *cuante*. O cuantă nu poate fi împărțită în unități mai mici; nu poate fi divizată. Lumea cuantică este una discretă. Fie vorbim despre o cuantă, fie despre niciuna. Nu putem vorbi despre o jumătate de cuantă sau despre 99 de procente dintr-o cuantă.

Acest fapt are implicații aproape incredibile în ceea ce priveşte cunoaşterea de către noi a lumii atomilor. Oamenii de ştiință au aflat detalii despre lumea în care trăim prin observații directe şi experimente. S-au întrebat: Cât de strălucitoare este o stea? Cât de fierbinte e Soarele? Cât de greu este mărul lui Newton? Cât de rapid se deplasează un meteorit?

Rolul observatorului în lumea cuantică

Ştiința se mândreşte cu caracterul său obiectiv, dar în cazul mecanicii cuantice Universul ne transmite semnalul că nu vom putea niciodată să fim martorii unei lumi cuantice imaculate. Natura ultimă a realității ne va rămâne mereu inaccesibilă.

ROLUL OBSERVATORULUI ÎN LUMEA CUANTICĂ

De fiecare dată când se efectuează măsurători, o anumită cantitate este înregistrată într-un anumit fel. Dacă nu s-ar realiza acest lucru, dacă nu s-ar petrece nicio modificare a sistemului studiat, atunci actul măsurării nu ar putea fi realizat şi nicio mărime nu ar putea fi înregistrată. Poate nu e tocmai evident la prima vedere, aşa că ar fi bine să facem un experiment. Să măsurăm temperatura unui pahar plin cu apă. Vom aşeza un termometru în apă şi vom observa cu cât se ridică nivelul mercurului din termometru. *Pentru a se întâmpla acest lucru este necesar ca o parte a căldurii apei să fie transferată termometrului pentru a-l încălzi şi astfel a dilata mercurul.* Cu alte cuvinte, este nevoie să aibă loc un schimb de energie între apă şi termometru înainte de a se putea afirma că măsurătoarea a avut loc.

Dar dacă ne referim la viteza şi poziția unei rachete? Undele electromagnetice emise de un radar sunt reflectate de suprafața rachetei, recepționate de antena radarului şi procesate electronic. Determinarea poziției rachetei devine o procedură simplă având la dispoziție semnalele reflectate de rachetă şi recepționate de antenă. Aceleaşi semnale pot fi folosite şi pentru determinarea vitezei de deplasare a rachetei – tehnica utilizată bazându-se pe folosirea deplasării Doppler – o uşoară modificare a frecvenței semnalului reflectat. (Această deplasare Doppler este similară efectului de modificare a înălțimii sunetului sirenei unei ambulanțe ori a unei maşini de poliție când acestea se apropie şi apoi se depărtează în viteză de ascultător). Deoarece undele electromagnetice emise de radar au fost reflectate la contactul cu suprafața rachetei, asta înseamnă că a avut loc un transfer de energie. Bineînțeles că în acest caz cantitatea de energie este complet neglijabilă prin comparație cu energia rachetei mobile.

Indiferent de exemplul considerat, de fiecare dată când se efectuează o măsurătoare are loc un anumit transfer de energie – ridicarea ori coborârea mercurului într-un termometru, sunetele emise de un contor Geiger, variațiile înregistrate de un aparat de măsură, semnalele electrice provenind de la o sondă care sunt înscrise în memoria unui computer, mişcarea unei penițe pe un grafic. În lumea macroscopică cu care suntem familiarizați nu ne preocupă aceste transferuri de energie. Cantitatea de căldură necesară punerii în mişcare a mercurului termometrului este prea mică, în comparație cu cea înmagazinată de un vas plin cu apă fierbinte, pentru a ne preocupa de acest aspect. Mai mult decât atât, este întotdeauna posibil să rafinăm măsurătorile şi să luăm în calcul efectele perturbatoare pentru a le compensa ulterior.

Lucrurile sunt foarte diferite în universul cuantic. Pentru a efectua o observație a acestei micro-lumi ori pentru a efectua de orice manieră o anumită măsurătoare, cel puțin o cuantă de energie trebuie schimbată între aparatul de măsură şi sistemul (obiectul) cuantic studiat. Cuanta este însă indivizibilă. Nu poate fi împărțită în unități mai mici. La momentul observării sistemului cuantic nu putem şti dacă respectiva cuantă provine de la aparatul de măsură ori de la obiectul observat. Pe durata efectuării măsurătorilor, obiectul şi aparatul de măsură sunt în mod ireductibil înlănțuite.

Pe perioada în care este efectuată o măsurătoare şi o anumită valoare este înregistrată, sistemul cuantic studiat şi aparatul de măsură formează un tot unitar. Observatorul şi obiectul observat formează o singură entitate. Singurul mod în care pot fi separați ar fi dacă am putea diviza o cuantă în părți mai mici – o parte rămânând cu aparatul de măsură şi cealaltă alăturându-i-se sistemului cuantic. Numai că aşa ceva este imposibil de realizat. Astfel că aparatul de măsură şi entitatea cuantică observată sunt strâns legate prin intermediul măcar a unei cuante. În plus, energia acestei cuante nu este neglijabilă în comparație cu energia sistemului cuantic.

Asta înseamnă că de fiecare dată când oamenii de ştiință încearcă să observe îndeaproape lumea cuantică, aceştia o perturbă. Şi deoarece cel puțin o cuantă de energie este întotdeauna

implicată în procesul observației, nu există nicio modalitate de a reduce proporțiile acestei perturbații. Actul uman de observare a Universului, de acumulare de cunoștințe, nu mai este complet obiectiv, deoarece în timp ce acționăm pentru a descoperi misterele cosmosului, îl modificăm. Știința se mândrește cu caracterul său obiectiv, dar de această dată Natura ne transmite semnalul că nu vom putea niciodată să fim martorii unei lumi cuantice pure, imaculate și obiective. Cu fiecare act de măsurare efectuat subiectul pătrunde în lumea observată și o perturbă într-o manieră imposibil de evitat.

Din acest punct de vedere, știința seamănă cu fotografierea unei succesiuni de prim-plan-uri cu spatele la Soare. În orice direcție s-ar mișca fotograful, umbra sa va cădea întotdeauna peste scena surprinsă pe peliculă. Orice ar face fotograful, nu se va putea retrage niciodată din scena fotografiată.

Fizicianul John Wheeler a folosit metafora ferestrelor de sticlă pentru a descrie acest fenomen. Timp de secole știința a privit în mod obiectiv Universul, ca și cum am fi fost separați de acesta de un panou de sticlă. Teoria cuantică a sfărâmat sticla pentru totdeauna. Acum putem trece dincolo de panoul de sticlă, dincolo de fereastra care odinioară ne separa de Univers, putem atinge cosmosul cu mâna. În loc să mai fim observatorii obiectivi de altădată ai naturii, am devenit participanți la spectacolul acesteia.

MICROSCOPUL LUI HEISENBERG

Povestea noastră despre bizareria lumii cuantice nu a ajuns încă la final. Mai avem încă un pas de făcut – o noțiune pe care Einstein nu a putut-o accepta niciodată și care are implicații cu privire la însăși natura realității. Este vorba despre o idee care s-a născut în cadrul unei dispute între Bohr și Heisenberg pe tema interpretării principiului incertitudinii.

În perioada timpurie a dezvoltării teoriei cuantice Heisenberg a încercat să explice originile incertitudinii care caracterizează universul cuantic într-un mod similar celui abordat în subcapitolele precedente, folosind analogia cu modul în care radarul este utilizat pentru a stabili poziția și viteza unei rachete. În lumea macroscopică a rachetelor și meteoriților se folosește un flux continuu de semnale radar, dar Heisenberg se gândea la un microscop ideal care să fi putut fi folosit pentru a studia un electron. Acesta ar fi trebuit să poată utiliza la o măsurare minima perturbație imaginabilă – un singur foton ori o cuantă de lumină.

Pentru început, un foton determină viteza electronului și rezultatul este înregistrat. În continuare, un alt foton determină poziția electronului și acest rezultat este, de asemenea, înregistrat. Dar prin măsurarea acestei poziții, electronul primește un impuls în urma impactului cu fotonul, ceea ce duce la modificarea vitezei sale. La fel, când se măsoară viteza, impactul cu fotonul deviază electronul de pe traiectoria originală, afectându-i astfel poziția. Cu alte cuvinte, Heisenberg a atras atenția asupra faptului că de îndată ce se încearcă măsurarea poziției unui electron, viteza acestuia este modificată și, la fel, imediat ce se încearcă măsurarea vitezei electronului, poziția sa se schimbă. Există întotdeauna un grad ireductibil de incertitudine în ceea ce privește viteza și poziția unui electron[1].

Acesta este, în viziunea lui Heisenberg, mecanismul prin care se naște incertitudinea în lumea cuantică. Este rezultatul perturbărilor pe care le generăm atunci când încercăm să aflăm informații despre acest microunivers. Deoarece cuanta este indivizibilă acest grad de incertitudine nu poate fi evitat nicicum. Fizicianul francez Bernard D'Espagnat a născocit termenul de „realitate tainică" pentru a descrie această proprietate. El a observat că realitatea

cuantică este prin natura sa acoperită cu un voal şi tăinuită faţă de noi, observatorii. Oricât de rafinate ar fi experimentele noastre, natura ultimă a acestei realităţi nu ne va fi niciodată completamente accesibilă.

_____

1. Deoarece o cuantă este indivizibilă, iar observatorul şi sistemul observat formează un tot unitar în actul măsurării, fizica nu poate spune dacă un anumit foton a fost produs de aparat, de electronul studiat sau de amândouă. Din această cauză nu este posibil să calculăm efectele perturbaţiilor asupra poziţiei şi vitezei şi, în consecinţă, nu e posibilă compensarea pentru a reduce gradul de incertitudine.

Realitatea în mecanica cuantică

În această a opta parte a traducerii cărţii lui David Peat intitulate "De la certitudine la incertitudine" puteţi citi despre interesanta controversă dintre Niels Bohr şi Werner Heisenberg cu privire la conceptul de realitate în mecanica cuantică.

DISPARIŢIA CONCEPTULUI REALITĂŢII ÎN UNIVERSUL CUANTIC

Lucrurile s-au oprit aici până la intrarea în scenă a lui Niels Bohr. În timp ce fizicieni precum Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Erwin Schrödinger şi Max Born lucrau la aparatul matematic ale noii teorii, Niels Bohr medita asupra înţelesului profund al acesteia. Tocmai din acest motiv l-a chemat pe Heisenberg la Copenhaga pentru a discuta cu acesta pe marginea semnificaţiei "experimentului cu microscopul cuantic" imaginat de neamţ.

Bohr susţinea că explicaţiile lui Heisenberg porneau de la presupunerea că electronul chiar este caracterizat de o poziţie şi de o viteză proprii, măsurarea uneia dintre cele două proprietăţi incomodând stabilirea valorii celeilalte din cauza modificării valorii acesteia. Cu alte cuvinte, Bohr spunea că Heisenberg presupunea că există o realitate ultimă, fixă; deci că obiectele din lumea cuantică posedă anumite proprietăţi intime – asemenea obiectelor cu care suntem familiarizaţi din viaţa de zi cu zi – şi că fiecare act de observare a microcosmosului cuantic interferează cu una dintre aceste proprietăţi.

Niels Bohr a continuat afirmând că punctul de plecare al raţionamentului lui Heisenberg era unul greşit din cauza presupunerii că electronul ar fi caracterizat de proprietăţi intrinseci, intime. A spune că un electron are asociată o poziţie şi o viteză are sens doar în lumea macroscopică pe care o experimentăm în mod curent. Într-adevăr, concepte precum cauzalitate, poziţionare spaţială, viteză ori traiectorie sunt aplicabile doar în fizica la scară mare. Acestea nu pot fi importate în universul cuantic.

Raţionamentul lui Bohr era atât de solid încât Heisenberg efectiv a izbucnit în plâns. În timp ce Heisenberg susţinea ideea că actul observării Universului modifică proprietăţile cuantice, punctul de vedere al lui Bohr era unul mult mai subtil. Fiecare acţiune care presupune

efectuarea unei măsurători, spunea el, este un act de interogare a Universului. Răspunsul pe care cineva îl primeşte la această întrebare depinde de modul în care este formulată interogarea – adică de felul în care se realizează măsurarea. În loc să indice o realitate cuantică fundamentală, proprietăţile pe care le observăm sunt într-un anumit sens produsul actului măsurării însuşi. Formularea într-o manieră particulară a întrebării înseamnă că deja *Naturii* i-a fost "pregătită" o anume variantă de răspuns. Pune întrebarea altfel şi răspunsul primit va fi diferit. Mai degrabă decât a spune că actul măsurării tulbură ordinea intimă a Universului, observaţiile efectuate în lumea cuantică reprezintă o efectul comun al acţiunilor comune ale observatorului şi lucrului observat.

Să considerăm, de pildă, exemplul traiectoriei unei rachete în lumea macroscopică. Observăm racheta la un anumit punct A. Dacă ne îndreptăm atenţia pentru un moment în altă parte, când privirea va reveni asupra rachetei aceasta va fi într-un alt punct, B. Deşi nu ne-am concentrat atenţia asupra procesului deplasării proiectilului între punctele A şi B, este de bun-simţ să presupunem că racheta s-a aflat undeva între cele două puncte pe perioada în care nu am urmărit-o. Presupunem că la fiecare moment de timp a avut o poziţie bine definită şi că descrie o anumită traiectorie prin spaţiu independent de faptul că nu ne-am concentrat atenţia asupra sa !

Lucrurile sunt diferite în lumea cuantică. Un electron poate fi şi acesta observat ca existând în punctul A şi, mai târziu, în punctul B. Numai că în cazul acesta nu putem vorbi despre electron ca descriind o traiectorie între A şi B, la fel cum nimeni nu poate afirma că electronul a fost caracterizat de o anumită viteză şi o anumită poziţie şi pe perioada în care nu a fost observat.

De la mecanicism la incertitudine

A noua parte a traducerii cărţii lui David Peat conţine o paralelă între postmodernismul care înlocuieşte caracterul obiectiv al operei în literatura modernă şi trecerea de la un Univers mecanicist la *incertitudinea cuantică* în fizica începutului de secol XX.

REALITATEA POSTMODERNĂ

Pauli a vorbit despre necesitatea ca fizica să abordeze domeniul nivelurilor subiective ale materiei şi să accepte iraţionalitatea intrinsecă a naturii. Era ca şi cum în primele decenii ale secolului al XX-lea fizica anticipa curentul care avea să devină cunoscut sub numele de „postmodernism" ori ceea ce se numeşte „moartea autorului".

Critica literară acreditase în trecut ideea că o carte ori un poem posedau un caracter obiectiv; cartea reda întocmai semnificaţiile gândite de autor, iar cititorului îi revenea responsabilitatea de a le pătrunde pe parcursul lecturii. Atunci când citim la şcoală o piesă de Shakespeare ori

analizăm un poem al lui Milton, ni se spune să descifrăm diversele imagini, metafore şi figuri de stil care reprezintă adevărate repere spre înțelesurile profunde pe care autorul doreşte să le transmită.

Abordarea postmodernă sugerează că lectura reprezintă mai degrabă un act de creație pe parcursul căruia cititorii creează şi generează înțelesul celor studiate pe baza propriilor experiențe şi a lecturilor anterioare. La fel, autorul scrie în contextul întregii istorii a literaturii şi al multiplelor semnificații ale limbajului folosit. De aceea el nu mai reprezintă vocea autorității supreme, acel „autor unic" ("onlie begetter") . Iar cititorul nu mai este doar receptorul pasiv al informațiilor ci devine co-participant, dând viață textului lecturat.

Atunci când Einstein a făcut referire la „bunul Dumnezeu", el a vrut să trimită la un concept al autorității similar celui caracteristic unei perioade mai vechi de timp; adică la cineva asemănător autorului unui roman victorian. Dumnezeu a creat Universul din nimic şi noi, creația sa, am putea ajunge să înțelegem modelul dumnezeiesc folosit de divinitate pentru a da viață lumii. Un asemenea tipar al creației ar fi fost unul obiectiv şi ar exista independent de gândurile, dorințele ori cererile noastre. Măsura în care modelul creației rămâne ascuns cercetărilor noastre reprezintă dimensiunea limitelor noastre umane ca cititori ai cărții divine a genezei.

Bohr şi colegii săi din Copenhaga au adoptat o poziție mai apropiată de cea a cititorului postmodern. „Proprietățile" electronului nu există în mod obiectiv şi independent, ci se nasc în urma însuşi actului observării. În absența acestuia, altfel spus în absența „lecturii" creative, „proprietățile" unui electron nu pot exista prin ele însele. Aceasta a reprezentat punctul de plecare al rupturii dintre Bohr şi Einstein.

Einstein nu a fost de acord cu ideea hazardului ca factor absolut în teoria mecanicii cuantice, deşi era dispus în ultimă instanță să recunoască faptul că observarea lumii cuantice perturbă Universul într-o manieră impredictibilă şi că dezintegrarea radioactivă a unui nucleu atomic poate fi complet imprevizibilă. Dar nu a putut renunța niciodată la credința că Universul are o natură intimă bine determinată, precisă. Deşi îl modificăm pe parcursul actului observării, el are totuşi o existență independentă, credea Einstein. Asemenea unui text al unui autor din epoca victoriană Universul avea, în opinia lui Einstein, o viață de sine stătătoare. Poate că aceasta ne este ascunsă, dar asta nu înseamnă că nu există. Poate că nu cunoaştem proprietățile unui electron atunci când nu îl studiem, dar acestea continuă să existe. Poate că nu putem şti poziția unui electron la momentul acesta, dar particula trebuie să descrie o traiectorie între punctele A şi B.

Aşa cum spunea Einstein, cosmosul este format din „elemente independente ale realității". În mod evident, atunci când examinăm această realitate observațiile noastre perturbă obiectele. Numai că atunci când nu îl cercetăm, când suntem departe de un sistem cuantic, acesta trebuie să fie caracterizat de o realitate cu adevărat obiectivă şi trebuie să posede proprietăți bine determinate – chiar dacă se întâmplă să nu ştim care sunt acestea.

Acesta era punctul de vedere ferm al lui Einstein. Era credința sa fundamentală, conform căreia există o realitate obiectivă în spatele aparențelor lumii, chiar şi la nivel cuantic. Teoria relativității încorporează această idee, arătând că, deşi aparențele depind de starea de mişcare a observatorului, în spatele acestora rămân legile obiective ale realității materiale. În condițiile în care nu perturbăm Universul, acesta are o existență complet independentă de noi. Einstein i-a spus cândva unui coleg de-al său, Abraham Pais, că refuză să creadă că Luna încetează să

existe dacă nu ne mai uităm la ea. Iar dacă Bohr avea dreptate, atunci Universul, pentru Einstein, pur şi simplu nu ar mai avea sens.

De-a lungul anilor, Einstein şi Bohr s-au întâlnit să dezbată această idee. Einstein încerca să imagineze situații (experimente imaginare) care să confere sens noțiunii sale de realitate independentă. În schimb, Bohr medita pe marginea propunerilor lui Einstein, găsind în cele din urmă slăbiciunile raționamentelor acestuia.

Aceste „experimente imaginare" nu s-au dorit a fi niciodată puse în practică în condiții de laborator, ci doar exerciții mintale folosite pentru a desluşi dacă nu cumva anumite principii fundamentale ale fizicii sunt cumva încălcate. Să luăm de exemplu problema *principiului incertitudinii* al lui Heisenberg, care afirmă că o pereche de proprietăți, impulsul (viteza deînmulțit cu masa) şi poziția, nu pot fi cunoscute în acelaşi timp cu exactitate. O altă incertitudine, asociată celei dintâi, implică perechea timp şi energie. Atunci când fizicienii încearcă să măsoare energia unui sistem cuantic pentru intervale de timp din ce în ce mai mici, valoarea aceasta devine din ce în ce mai incertă. Pentru Bohr această ambiguitate era o proprietate intimă a lumii cuantice, în timp ce pentru Einstein timpul şi energia ori poziția şi impulsul erau realități obiective ale teoriei cuantice. Singura incertitudine, potrivit lui Einstein, consta în neputința ori lipsa de ingeniozitate a oamenilor de a măsura proprietățile obiective ale unor asemenea sisteme.

Când Bohr şi Einstein s-au întâlnit la conferința Solvay din 1930, Einstein i-a prezentat lui Bohr un alt *experiment imaginar*. Să presupunem, a spus acesta, că avem o cutie plină cu material radioactiv prevăzută cu un capac programat să se deschidă şi apoi să se închidă într-o fracțiune de secundă. Intervalul de timp este cunoscut cu mare precizie şi în acest interval o mică parte din energie – un singur foton – iese din cutie. Einstein a anticipat poziția lui Bohr cu privire la faptul că odată cu micşorarea intervalului de timp creşte incertitudinea legată de cantitatea de energie care părăseşte cutia. Teoria relativității speciale a lui Einstein indică faptul că energia şi masa sunt echivalente, aşa cum rezultă din formula $E=mc^2$. De aceea, dacă am cântări cutia înainte de deschiderea şi după închiderea capacului, aceasta va fi mai uşoară la a doua cântărire. Diferența de masă dă măsura precisă a cantității de energie pierdute. În această manieră s-ar reuşi măsurarea unei cantități precise de energie într-un anumit interval de timp. Era punctul la care Einstein considera că a contrazis definitiv pretențiile lui Bohr privind natura fundamentală a incertitudinii.

Bohr a trebuit să fie la fel de ingenios şi a analizat în detaliu modul în care cutia ar trebui să fie cântărită. El a afirmat că, dacă cutia ar fi montată pe o balanță cu arc al cărei indicator arată valoarea zero, energia ar scăpa din cutie în momentul în care se deschide capacul şi, în consecință, masa cutiei ar scădea foarte puțin, iar aceasta s-ar mişca. Odată cu aceasta se va mişca şi ceasul din interior, deplasându-se prin câmpul gravitațional al planetei. Teoria relativității generalizate a lui Einstein ne spune că ritmul unui ceas se modifică la mişcarea într-un câmp gravitațional. În acest mod Bohr a putut demonstra că, din cauza schimbării ritmului ceasului, cu cât încercăm să măsurăm mai exact energia (prin intermediul unei modificări a masei cutiei), cu atât mai mare va fi incertitudinea privind intervalul de timp pentru care capacul se deschide. Astfel incertitudinea lui Heisenberg era repusă în drepturi, iar concluzia experimentului imaginar combătută.

Obiecțiile crescânde ale lui Einstein erau mereu dejucate de Bohr. Mai târziu, în 1931, Einstein şi colegii săi Boris Podolsky şi Nathan Rosen (EPR) au crezut că erau în posesia unui exemplu de necombătut. Dacă se consideră un sistem cuantic care este divizat în două părți egale (să

zicem A şi B) şi se transportă cele două jumătăţi în direcţii opuse, ar trebui ca măsurătorile efectuate asupra lui A să nu producă absolut nici un efect asupra îndepărtatului B. Dar, pe baza unor legi fundamentale de conservare (simetriei dintre cele două jumătăţi identice) se pot deduce unele dintre proprietăţile lui B (precum spinul şi viteza), chiar fără observarea directă a acestuia.

Această teză l-a luat prin surprindere pe Bohr „asemenea unui trăsnet venit parcă de niciunde". A lăsat deoparte toate celelalte activităţi ale sale şi l-a întrebat în repetate rânduri pe foarte apropiatul său coleg Leon Rosenfeld, „Ce poate însemna asta? Înţelegi despre ce este vorba?". În cele din urmă, şase săptămâni mai târziu, Bohr formula contraargumentele. „Au făcut-o într-un mod ingenios", comenta Bohr pe marginea articolului EPR, „dar ceea ce contează este să aibă şi dreptate".[1]

Până acum cititorul va fi înţeles deja că Bohr era un gânditor foarte subtil. Atât de subtil, de fapt, încât fizicienii se minunează încă şi astăzi pe marginea implicaţiilor unora dintre ideile sale. În special răspunsul pe care l-a formulat la articolul EPR naşte în continuare controverse. Una din pietrele de încercare era stilul abordat de Bohr în scrierile sale. Aşa cum am aflat deja, fizicianul danez credea cu tărie în *complementaritate*, principiu conform căruia o singură explicaţie nu poate acoperi multitudinea semnificaţiilor unei experienţe, fiind mai degrabă necesare evaluări complementare ori chiar explicaţii paradoxale. Aşa cum spunea vechiul său coleg Leon Rosenfeld, „De fiecare dată când trebuia să consemneze ceva, fiind atât de pătruns de credinţa în complementaritate, simţea că ideea prezentată în prima parte a frazei trebuia cumva corectată de un enunţ contrar în partea finală a argumentaţiei."[2]

În cadrul articolului pe care l-am numit aici EPR, Einstein a rămas fidel ideii că trebuie să existe „elemente independente ale realităţii". A fost de acord cu Bohr în ceea ce priveşte faptul că atunci când se încearcă măsurarea unui sistem cuantic, însuşi actul observării perturbă sistemul. Totuşi, studiind doar o parte a sistemului, A, atunci când cealaltă, B, este localizată foarte departe de A, nici un soi de interacţiune, fie aceasta forţă de natură mecanică ori influenţa vreunui tip de câmp, nu poate interfera cu B.

Bohr a fost de acord cu Einstein în ceea ce priveşte eliminarea oricărei influenţe de natură mecanică asupra sistemului B; totuşi, a susţinut că „procedura de măsurare" are „o influenţă esenţială" asupra însăşi definiţiei variabilelor fizice de măsurat".[3]

Cu acest raţionament Bohr simţea că a răspuns tuturor obiecţiilor formulate împotriva „interpretării Copenhaga" a teoriei cuantice. Nu existau „elemente independente ale realităţii", ci mai degrabă era vorba despre faptul că mecanica cuantică înfăţişa Universul în plenitudinea manifestărilor acestuia. Nu este vorba despre un Univers compus dintr-o serie de elemente cvasi-independente care interacţionează; de fapt ceea ce noi percepem ca fiind elemente ori „părţi" sunt rezultatul dinamicii globale a sistemelor cuantice. Proprietăţile unui sistem nu există, cum se spune, „undeva acolo", ci capătă substanţă prin intermediul modalităţilor variate în care observăm şi interpretăm un sistem. Aşa cum a subliniat Bohr, intenţia sau pregătirile pentru a efectua o măsurătoare – de exemplu, de a strânge aparatura laolaltă – determină într-o oarecare măsură ce tip de proprietăţi pot fi măsurate. Din acest punct de vedere, deşi nu poate fi vorba despre o interferenţă de natură „mecanică" între B şi aparatura folosită la măsurarea proprietăţilor lui A, totuşi se poate vorbi întotdeauna despre o influenţă, dacă e să folosim termenul ales de Bohr, asupra acelor condiţii care definesc consecinţele şi rezultatele finale.

O contribuție interesantă la discuția pe marginea paradoxului EPR a fost adusă de către John Bell care a subliniat faptul că acel caracter complet, plenitudinea cuantică, înseamnă că cele două părți ale sistemului, A şi B, vor continua să fie „corelate" chiar şi atunci când se află la mare depărtate una de cealaltă. În niciun caz nu se poate spune că A şi B interacționează; totuşi (în sens larg vorbind) B „ştie" când o măsurătoare este efectuată asupra lui A. Sau mai degrabă ar fi mai bine să zicem că A şi B rămân corelate. Această relaționare a fost confirmată de experimente de laborator foarte precise.

Bohr simțea că această ultimă demontare a tezei EPR a reprezentat ultima lovitură dată visului lui Einstein privind existența unei realități independente. În ceea ce-l priveşte, Einstein nu a fost niciodată mulțumit. Cei doi s-au îndepărtat până în punctul în care o comunicare pe teme serioase nu mai era posibilă între ei. Ruptura dintre cei doi simbolizează schimbarea profundă de paradigmă care a intervenit în gândirea ştiințifică în secolul al XX-lea, o trecere de la *cauzalitate* la *hazard*, de la *certitudine* la *incertitudine*, de la realitate obiectivă la lectură subiectivă. Este un clivaj rămas în fizica zilelor noastre drept o formă aproape schizofrenică de gândire. Aşa cum spunea fizicianul Basil Hiley, „fizicienii sunt de partea lui Bohr şi îl resping pe Einstein, dar majoritatea sfârşesc prin a refuza să țină seama de ceea ce credea Bohr cu adevărat şi gândesc încă precum Einstein."[4]

Note:

1. Remarcele lui Bohr au fost adresate lui Leon Rosenfeld, John Archibald Wheeler şi Wojcieh Hubert Zurek, cf. Quantum Theory and Measurement (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1983).
2. Paul Buckley şi F. David Peat, cf. Glimpsing Reality: Ideas in Physics and the Link to Biology (Toronto: University of Toronto Press, 1996).
3. Dacă cititorul găseşte această frază drept greu de înțeles, este bine de ştiut că aceeaşi confuzie este împărtăşită şi de mari gânditori din domenii ca fizica teoretică şi filozofia ştiinței.
4. Basil Hiley în dialog cu autorul.

Suspendaţi în limbaj

Opinia lui Bohr cu privire la legitățile cuantice coincide întrucâtva cu ideile despre limbaj ale filozofului austriac Ludwig Wittgenstein. Operând cu idei, concepte şi imagini din fizica clasică pur şi simplu ne este imposibil să descriem lumea cuantică.

SUNTEM CU TOȚI SUSPENDAȚI ÎN LIMBAJ

Nu e de mirare că atât de mulți fizicieni în activitate continuă să gândească asemenea lui Einstein, din moment ce raționamentele lui Bohr erau extrem de subtile. Ne-am referit deja la ideea acestuia conform căreia *complementaritatea* ca şi concept se extinde dincolo de domeniul fizicii către întreg teritoriul asociat gândirii omeneşti. Iar acum am ajuns la punctul în care danezul examinează înseşi limitele minții omeneşti în încercarea acesteia de a pătrunde realitățile înconjurătoare.

Până la momentul apariției mecanicii cuantice fizicienii priveau Universul prin prisma unor modele, chiar dacă unele matematice. Un model reprezintă o imagine simplificată a realităților materiale; una în care, de exemplu, anumiți factori precum *frecarea*, *rezistența aerului* ş.a.m.d. sunt neglijați. Acest model conține numai anumite trăsături esențiale ale Universului. În timp ce evenimentele de zi cu zi care au loc în natură se desfăşoară sub semnul posibilului şi depind de tot soiul de factori perturbatori externi şi de contextele în care se petrec, modelul ideal țintește să reproducă esența fenomenelor. Mere şi ghiulele de tun se deplasează printr-un spațiu ideal "scutite" de rezistența aerului. Mingile şi bilele se rostogolesc pe pante perfect netede în absența frecării. Curentul electric circulă prin metale perfecte, ferit de imperfecțiunile materialelor. Căldura urmează un ciclu perfect izolat de la sursă către un anumit dispozitiv.

Teoriile din ştiință fac toate referire la modele idealizate care, în schimb, ne oferă diverse tablouri ale realității. Vom explora această noțiune a diferitelor "portrete ale Universului" în detaliu atunci când vom face cunoştință cu opera lui Ludwig Wittgenstein în capitolul 4. Pentru moment să examinăm argumentul lui Bohr, conform căruia toate aceste imagini şi modele se bazează pe concepte care s-au dezvoltat în domeniul şi limitele fizicii clasice. De aceea modelele vor da naştere mereu la paradoxuri şi confuzie atunci când sunt aplicate lumii cuantice.

Bohr a mers chiar mai departe. Fizicienii pot opera cu măsurători, operații matematice şi ecuații, dar când se întâlnesc pentru a discuta despre semnificațiile acestor ecuații şi a descrie produsele muncii lor, trebuie să se exprime cu ajutorul aceluiaşi limbaj comun (scris ori vorbit) pe care îl utilizăm cu toți. Evident că ei folosesc un mare număr de termeni tehnici şi ecuații, dar majoritatea acestor discuții au loc în limbajul cotidian care a evoluat în mijlocul grupurilor de oameni care trăiesc în mediul macroscopic cu care suntem familiarizați, oameni caracterizați de anumite dimensiuni şi de o speranță de viață specifică. Scara la care văd oamenii lucrurile diferă major de cea a atomilor şi electronilor. Odată cu evoluția conştiinței umane s-au dezvoltat şi noțiuni precum *poziție*, *spațiu*, *timp* ori *cauzalitate*. În forma lor de bază aceste concepte ne ajută să supraviețuim şi să înțelegem lumea în care trăim. Toate aceste noțiuni "la scară normală" sunt atât de adânc impregnate în limbajul nostru, încât este imposibil să purtăm o discuție fără a face uz de ele (în mod subtil şi în mare parte în manieră inconştientă). Numai că atunci când ne referim la lumea cuantică descoperim că pur şi simplu facem apel la concepte improprii pentru acest domeniu microscopic al cosmosului. Atunci când discutăm despre modelele pe care le folosim pentru a descrie lumea cuantică folosim întotdeauna idei nepotrivite şi fără corespondent ori înțeles în acest domeniu al realului. Tocmai din acest motiv Bohr a declarat că: "Suntem limitați de limbaj până la punctul în care nu mai distingem susul de jos. Gândirea noastră discursivă are loc întotdeauna în limitele acestui limbaj, limbaj care ne predispune la a descrie doar anumite tablouri ale Universului, de o manieră incompatibilă cu domeniul cuantic."

De îndată ce ne punem întrebări precum: "Care este natura realității cuantice?", "Care este realitatea fundamentală a a lumii?" ori "Există o realitate la nivel cuantic?", ne trezim rătăciți printre cuvinte, imagini, modele şi idei provenind din lumea la scară normală pe care o

cunoaştem. Rezultatul, după cum a subliniat Bohr, îl reprezintă *confuzia* şi *paradoxurile*. În cele din urmă este mai bine să păstrăm tăcerea decât să dăm naştere unor dezbateri şi confuzii filozofice fără finalitate; poate tocmai de aceea discuțiile dintre Bohr şi Einstein au fost sortite să sfârşească prin ruptura care a pus capăt dialogului. Ceea ce a început ca o dezbatere despre *hazard* şi *incertitudine* a luat forma unei transformări radicale a ideilor noastre despre însăşi natura fundamentală a realității. Profunda legătură afectivă dintre Einstein şi Bohr nu a fost de ajuns pentru a nivela prăpastia din ce în ce mai adâncă dintre abordările lor față de fizică.

Dispariţia realităţii fundamentale

În ultima parte a primului capitol din cartea lui David F. Peat intitulată "De la certitudine la incertitudine" puteți citi o concluzie pe marginea ideilor abordate în părțile anterioare şi o interpretare originală cu privire la limitele ştiinței care îi aparține lui David Bohm.

DISPARIȚIA REALITĂȚII FUNDAMENTALE

Teoria cuantică a introdus *incertitudinea* în fizică; nu o incertitudine care provine din simpla ignoranță, ci una fundamentală care se referă la însăşi natura Universului. Incertitudinea reprezintă prețul pe care trebuie să îl plătim pentru că am devenit participanți la spectacolul lumii. Cunoaşterea fundamentală va fi poate accesibilă doar unor ființe celeste care viețuiesc în afara Universului şi îl observă din turnurile lor de fildeş. Dar în cazul ființelor omeneşti viețuirea are loc chiar în interiorul lumii materiale. Suntem cu toți participanți la evenimentele care au loc în Univers, iar taxa de intrare pe care trebuie să o plătim este reprezentată tocmai de acceptarea acestui grad de incertitudine.

Incertitudinea se manifestă, de asemenea, şi sub o altă formă chiar mai tulburătoare, şi anume ca element de dubiu ori neîncredere cu privire la însuşi scopul de a exista al ştiinței şi filozofiei. Încă din vremea Greciei antice, oamenii şi-au pus întrebări cu privire la lumea în care trăim. Au încercat să descopere, prin intermediul speculației şi experimentelor, o idee fundamentală care să se găsească la baza a tot ceea ce există. Oamenii de ştiință ai secolului al XX-lea au abordat ideea acestui fundament al realității spărgând materia în bucăți din ce în ce mai mici şi astfel descoperind moleculele, atomii, particulele elementare şi, odată cu acestea, teoria cuantică.

Ulterior Niels Bohr a ridicat un semn de întrebare cu privire la capacitatea ştiinței şi a minții umane de a continua acest proces. A părut a sugera chiar că ştiința, aşa cum o cunoaştem, şi-a atins limitele şi nu mai poate reprezenta o modalitate de a investiga şi în continuare natura intimă a realității.[1]

Atunci când fizicianul şi filozoful Bernard D'Espagnat a făcut referire la lumea subatomică folosind formula "realitate tainică", acesta a sugerat că ceva real trebuie să existe dincolo de vălul care o tăinuieşte. Din nou, Bohr ne avertizează cu privire la validitatea unor asemenea idei. Nu putem începe să discutăm despre ce există dincolo de un asemenea văl şi nici măcar

dacă există "ceva" dincolo de el despre care să se poată spune că posedă atributul de a exista. Poate, într-o ultimă analiză, nu există realitate cuantică. Poate realitatea cuantică există doar sub forma unui concept în mințile noastre.

Şi astfel ne confruntăm definitiv cu un mister. Poate că nu există fundamente la baza Universului. Poate că nu există un scop final către care știința să țintească. Poate că noțiuni precum "existență" şi "niveluri fundamentale" sunt atât de efemere, încât vor dispărea la o simplă atingere.

Ceva similar s-a întâmplat în cazul unei mişcări filozofice cunoscute sub numele de "moartea lui Dumnezeu", care îşi are originile în scrierile lui Nietzsche. Mai degrabă decât să nege existența divinității, adepții mişcării susțineau că acest construct intelectual uman, "ideea" de Dumnezeu, conceptul omenesc al divinității, s-a stins, a dispărut. Ceea ce rămâne în locul său există dincolo de limitele discursului, conceptelor, ideilor şi limbajului. Ceea ce rămâne este neatins şi necontaminat de cugetarea oamenilor. Este un mister absolut.

Ne transmite teoria cuantică ideea că știința nu poate continua să dezvăluie misterele existenței? Înseamnă asta că, la un anumit punct, un pas suplimentar nu va face decât să producă un surplus de confuzie? Teoria cuantică ne obligă să vedem limitele posibilităților noastre de a produce imagini, de a crea metafore şi de a împinge limbajul spre limitele sale. Pe măsură ce ne luptăm insistent să privim spre limitele naturii începem să desluşim *ceva* ce este ascuns dincolo de tainice umbre. Acel *ceva* constă din noi înşine, mințile noastre, intelectul nostru, imaginația noastră, toate acestea atingându-şi propriile limite.

Notă:

1. În tinereţe David Bohm a dezbătut cu Einstein problematica realităţii într-o suită de scrisori. Einstein a rămas fidel credinţei sale în existenţa unei realităţi independente accesibile omului prin intermediul raţiunii. Ca răspuns, Bohm a susţinut ideea că este posibil ca dincolo de nivelul prezent al cunoaşterii ştiinţifice să existe alte niveluri, surprinzătoare şi deocamdată neexplorate.

Pentru 200 de ani fizica newtoniană a fost suficientă pentru a descrie lumea, explicând, caz după caz, fenomenele naturale. Doar prin intermediul unor experimente mai rafinate fizicienii au început la finele secolului al XIX-lea să detecteze discrepanţe în legile lui Newton, pătrunzând astfel în universul cuantic. Dar, aşa cum a arătat Bohm, mecanica cuantică este necesară doar atunci când avem de-a face cu distanţe şi intervale de timp extrem de mici, ori cu energii foarte mari. Pentru restul experienţelor cu care ne confruntăm fizica newtoniană (clasică) este suficientă. Asta înseamnă că lumea cu care suntem obişnuiţi în viaţa de zi cu zi nu este deloc sensibilă la ceea ce se petrece dedesubt, la nivel atomic, nivel deci ascuns în mod atât de eficace experienţelor cotidiene încât a fost nevoie de 200 de ani de ştiinţă pentru a-l detecta.

Dar dacă sub teoria cuantică sălăşluieşte un alt nivel? Ar putea dura decade întregi de ştiinţă minuţioasă până când un asemenea nivel ar fi detectat. Şi dacă sub acel nivel există un altul şi aşa mai departe, în mod

perpetuu? Poate că realitatea este infinit de subtilă, iar ştiinţa va putea doar să zgârie puţin la suprafaţa acesteia. Viziunea lui Bohm trimitea la o ştiinţă a cărei epopee să continue fără atingerea unui punct final. Iar la fiecare pas secretul următor devine încă şi mai greu de desluşit, până când ştiinţa însăşi va renunţa să mai continue, epuizată.

Bohr susţinea, totuşi, că în ceea ce priveşte capacitatea noastră de a pătrunde "realitatea fundamentală" a lumii cuantice, aceasta este condamnată să sfârşească în ambiguitate şi confuzie. Chiar şi conceptele lui Bohm cu privire la niveluri şi idei fundamentale sunt toate imagini la scară umană. Ele au la bază, de pildă, metafore arhitecturale. În chiar momentul în care deschidem gura pentru a rosti aceste întrebări, prejudiciem investigaţia noastră.

Puterea şi frumuseţea matematicii

Începem al doilea capitol al cărții "De la certitudine la incertitudine" cu matematica. Nu cu formule supărătoare însă, ci cu prezentarea acesteia ca "regină a ştiinţelor", ştiința care guvernează Universul şi - după un mare autor - toate universurile posibile...

CAPITOLUL II - DESPRE NEDESĂVÂRŞIRE

În capitolul precedent am văzut cum Natura limitează certitudinea pe care o aşteptăm de la lumea materială şi cum ne permite investigarea misterelor realității numai până la un anumit punct; dincolo de acesta suntem în pericol de a ne pierde în paradox şi confuzie. Înseamnă că ne-am pierdut pentru totdeauna speranța pentru certitudine?

Dacă - prin acțiunile noastre de participare în Natură - stabilim limite pentru întinderea cunoaşterii noastre, atunci cel puțin ar trebui să fim în stare să găsim certitudine în produsele abstracte ale minții noastre. Dincolo de toate, nu ar trebui să fim în stare să descoperim certitudinea în lumea matematicii? Exact acest lucru l-a crezut filozoful Bertrand Russel în anul 1900, pe când îl asculta pe Giuseppe Peano vorbind cu claritate despre fundamentele matematicii; astfel, el a decis să se dedice demonstrării rigorii absolute a matematicii.

PUTEREA ŞI FRUMUSEȚEA MATEMATICII

Visul de a stabili organizarea lumii conform principiilor matematicii a apărut cu mult înaintea naşterii ştiinței moderne. Şcoala pitagoreică din Grecia Antică credea că "totul este număr". În Evul Mediu armoniile matematicii reprezentau cheia deopotrivă către muzică şi către măreţele produse ale arhitecturii. Picturile lui Piero della Francesca (1420-1492) ne introduc într-un univers al unui echilibru şi a unei ordini matematice desăvârşite. Acelaşi simț al armoniei şi proporției este de găsit în muzica lui J.S.Bach; grație cercetărilor violoncelistului Hans-

Eberhard Dentler, ştim că Arta Fugii a lui Bach a fost influenţată de simbolismul numerelor lui Pitagora[1].

Acolo unde găsim certitudine şi adevăr în matematică, găsim, de asemenea, şi frumuseţe. Marea matematică este caracterizată prin estetica sa. Matematicienii se bucură de eleganţa, economia mijloacelor şi ineluctabilitatea logică a dovezilor. Este ca şi cum marile adevăruri ale matematicii nu au cum fi altfel. Lumina acestei logici se reflectă în structurile fundamentale ale lumii fizice prin matematica fizicii teoretice.

În "Studiul matematicii", Bertrand Russel scria: "Matematica ne duce în zona absolutei necesităţi, căreia nu numai această lume, dar orice lume posibilă trebuie să i se conformeze". Pentru filozof "matematica este o lume ideală şi un edificiu etern al adevărului. [...] În contemplarea frumuseţii sale senine omul poate găsi refugiul dintr-o lume copleşită de rău şi suferinţă"[2]. Pentru astronomul James Jeans (1877-1946) "Dumnezeu este un matematician". Există, de asemenea, o vorbă printre matematicieni, "Dumnezeu a făcut numerele. Omul a făcut restul"[3].

1. Hans-Eberhard Dentler. L'Arte della Fuga di Johann Sebastian Bach: Un'opera pitagorica e la sua realizzazione, Milan:Skira, 2000.
2. Frederick Copleston parafrazându-l pe Russel, Istoria filozofiei, vol.8: De la Bentham la Russel, New York: Bantam, Doubleday Bell, 1985.
3. James Jeans, Universul Misterios, Cambridge: Cambridge University Press, 1930.

Matematica - ultima certitudine?

În acest episod al traducerii noastre din carea lui F.David Peat, facem o incursiune în lumea matematicii, observând cum, deşi matematica pare certitudinea definitivă, logică întru totul şi de nezdruncinat, unii filozofi cer dovada definitivă a consistenţei sale.

MATEMATICA: ULTIMA CERTITUDINE?

Să ne întoarcem către matematică pentru găsirea certitudinii ultime şi să începem cu una dintre cele mai simple şi pure operaţii - adunarea. Dintre toate lucrurile, bunul-simţ ne spune că adunarea ar trebui să fie sigură şi lipsită de orice ambiguitate.

Să luăm un exemplu sugestiv. În romanul său 1984, George Orwell zugrăveşte o lume în care statul controlează vieţile şi minţile cetăţenilor săi. Când unul dintre aceşti cetăţeni, Winston Smith, îndrăzneşte să se împotrivească, acesta este arestat şi este trimis în camera 101 pentru spălarea creierului. Într-o lume în care comportamentul antisocial a fost eliminat, singura ofensă posibilă este *crima-gândului*. Noţiunea pedepsei nu apare în 1984, pentru că *a pedepsi* înseamnă a accepta o slăbiciune a sistemului - şi anume faptul că cetăţeanul este capabil să gândească şi să acţioneze în moduri altele decât cele stabilite de către stat. În schimb Winston Smith trebuie reeducat şi, cum este cazul cu o teoremă matematică, acesta trebuie să constate

inevitabilitatea bunătății şi corectitudinii statului. Într-o lume în care realitatea este determinată de *Fratele cel Mare*, Smith trebuie să accepte faptul că 2+2=5. Asta nu înseamnă că Smith ar trebui să accepte fără crâcnire ori să adere pur şi simplu la o absurditate. Mai degrabă, pentru că statul doreşte îl doreşte reintegrat pe Smith, acesta trebuie să ajungă să "ştie" şi să "vadă" că 2+2=5. Când călăul său îi arată 2 degete de la o mână şi alte două de la cealaltă, pentru un moment, cel puțin, Winston este în stare să "ştie" şi să "vadă" că suma degetelor este 5.

Orwell a ales această alterare a actului pur al adunării ca o cale pentru a demonstra oroarea unei minți care este totalmente controlată, până la punctul în care logica este negată şi sfidată. Dintre toate certitudinile adunarea pare a fi în fruntea listei. Nu contează ce putem dori, nu contează ce alege societatea să creadă, adunarea şi aritmetica rămân certitudini obiective. Putem crede că o ceremonie poate schimba vremea, putem avea sentimentul certitudinii asupra câştigătorului următoarei curse, putem fi convinşi că anumite practici mentale vor schimba rata criminalității într-un oraş, dar oricât de mult am încerca, nu vom putea "crede" că 2 plus 2 vor face vreodată 5.

Dacă va fi să întâlnim vreodată ființe de pe alte planete, ființe ale căror mod de viață este cu desăvârşire diferit de al nostru, asupra unui lucru vom fi toți de acord: că şi aceste ființe vor şti că 2+2=4. Într-adevăr, când ființa umană caută viața inteligentă în Univers, o face prin transmiterea în eter a unor informații matematice, pentru că savanții sunt convinşi că matematica este limbajul universal al cosmosului.

Dacă substanța materiei se va dizolva în incertitudine şi complementaritate, vom găsi un loc sigur în matematică. Acesta a fost punctul de vedere împărtăşit de matematicieni şi filozofi la începutul secolului al XX-lea. Tot ce se cerea era o dovadă riguroasă că matematica era certitudinea ultimă, o dovadă care să fie definitivă şi care să nu conțină nici cea mai mică incertitudine.

În esență, matematicienii voiau să demonstreze două lucruri:
::: Matematica este consistentă - adică nu conține nicio contradicție internă; că nu există nicio abatere de la logică şi nicio ambiguitate. Nu contează din ce direcție abordăm edificiul matematicii, acesta va arăta mereu aceeaşi rigoare şi acelaşi adevăr.
::: Matematica este completă - adică niciun adevăr matematic nu este rămas în suspensie. Nu este nimic necesar a fi adăugat sistemului. Matematicienii pot demonstra orice teoremă cu rigoare maximă şi nimic nu este exclus din sistem.

Dar de ce toată această rumoare? De unde această nevoie pentru dovezi definitive? La urma urmelor, matematica există de pe vremea vechilor greci. Catedrale mărețe au fost construite conform principiilor matematicii şi au rezistat secole. Matematica a făcut posibilă trimiterea unei rachete pe Lună şi gestionează conturile corporațiilor multinaționale. Dacă răspunsurile matematicii ar fi nesigure ori dacă s-ar constata de către contabili că ceva nu este în regulă în rapoartele financiare din pricina matematicii, lumea finanțelor s-ar opri. În fiecare caz matematica funcționează perfect, aşa că de ce această provocare a demonstrării perfecțiunii matematicii?

Un apel la bun-simț ar putea fi suficient pentru majoritatea dintre noi, dar filozofii au arătat că, deşi matematica este bazată pe logică, anumite rezultate par bizare şi contraintuitive. Nu ne putem baza pe bun-simț pentru a afirma că matematica funcționează în toate cazurile, ni se spune; noi vrem certitudine şi vrem dovada consistenței şi a completitudinii.

Ce este un număr? Cum numărăm?

Continuăm traducerea noastră şi vorbim despre "adunare" şi "număr", cuvinte aparent simple, dar nu şi în contextul demonstraţiei definitive a consistenţei matematicii. Ne cufundăm deci în lumea conceptelor, pentru a înţelege ce înseamnă de fapt "număr".

CUM NUMĂRĂM?

Pentru a-l convinge pe Winston Smith că doi plus doi fac cinci a fost nevoie de măsura extremă a spălatului creierului. Dar, la o privire mai atentă, este adunarea atât de simplă la urma urmelor? Ştim să numărăm, dar ştim noi realmente ce înseamnă să numeri? Cum aflăm, de exemplu, mulţimea tuturor numerelor ori mulţimea tuturor fracţiilor? Între oricare două numere întregi, să zicem 3 şi 4, pot fi găsite o serie de fracţii, $3\frac{1}{2}$, $3\frac{3}{4}$, $3\frac{5}{8}$, $3\frac{11}{12}$, $3\frac{99}{100}$ şamd. Dacă ne gândim un pic, devine limpede că între 3 şi 4 pot fi plasate o infinitate de numere fracţionale. După aceeaşi logică, există o infinitate de fracţii între 0 şi 1, o infinitate între 1 şi 2, între 2 şi 3 şamd. Bunul-simţ ne spune că dat fiind faptul că putem insera o infinitate de fracţii între două numere întregi, numărul fracţiilor trebuie să fie mult mai mare decât al numerelor întregi.

Dar aici, matematicienii vor fi bucuroşi să ne spună, bunul-simţ greşeşte. Numărul total al fracţiilor posibile este exact acelaşi cu numărul total al numerelor întregi posibile. Cum poate fi adevărat acest lucru? Pentru a afla trebuie să explorăm mai departe universul adunării. John şi Jill au fiecare câte o pungă de bomboane şi, aşa cum fac copiii, fiecare pretinde că are mai multe. Dar ei sunt atât de mici, încât atunci când ajung cu numărătoarea la cinci se încurcă şi se opresc. Decid să rezolve problema într-un alt mod. Nu mai numără, ci scot pe rând câte o bomboană din pungă, punându-le una lângă alta. Ei continuă în acest fel până una dintre pungi va fi goală. În momentul în care John termină bomboanele, Jill mai are, aşa că, deşi nu ştiu să numere, cei doi copii au lămurit cine are mai multe bomboane.

În acelaşi fel se întâmplă lucrurile şi cu numărul fracţiilor şi cel al numerelor întregi. Luăm o fracţie şi o punem pe tablă. Îi alăturăm acestei fracţii numărul întreg 1. Alăturăm următoarea fracţie cu 2 şamd. Pentru că numărul numerelor întregi este infinit, va fi mereu unul disponibil pentru o fracţie. Oricâte fracţii am "pune pe tablă", "punga" cu numere întregi nu va fi niciodată goală. Cu alte cuvinte, numărul fracţiilor şi cel al numerelor întregi este acelaşi.

Sună această concluzie ca o mică păcăleală? Pentru un nespecialist poarte părea ciudat, dar matematicienii sunt convinşi de argumentaţia de mai sus. Acest lucru arată că în matematică lucrurile nu sunt întotdeauna clare, aşa că s-ar putea să fie o ideea bună să încercăm să dovedim certitudinea afirmaţiilor matematicii.

CE ESTE UN NUMĂR?

Să începem cu ideea de "număr". Toţi putem aduna. Cu toţi ştim că 2 plus 2 egal 4. Dar ce anume este de fapt un număr? Cum putem noi defini un număr? John şi Jill au făcut o

importantă descoperire despre numere şi matematică. Jill a realizat curând că poate face acelaşi lucru pe care l-a făcut cu bomboanele şi cu merele. Ea poate alătura fiecărei bomboane din pungă un măr dintr-un coş. În acest fel ea descoperă că în coş sunt tot atâtea mere câte bomboane în pungă. Ea se grăbeşte acum să alăture tot ce-i stă la îndemână: mere cu pere, bomboane cu monede, câini cu pisici, şosete cu pantofi. Aşa că, deşi Jill nu ştie să numere dincolo de 5, dacă va avea 10 bomboane, ea va şti atunci când va avea acelaşi număr de mere, bomboane, monede, pantofi etc. Ea va realiza că există un fel de "pungă mentală" pe care noi o numim "numărul zece". În această "pungă" poate fi băgat orice şi oricât, cu condiţia să fie câte zece. Pantofii, bomboanele şi merele sunt lucruri complet diferite, dar când sunt luate câte zece, ele au *ceva* în comun, iar acest *ceva* este numărul lor.

La sfârşitul secolul al XIX-lea filozofii şi matematicienii discutau exact acest lucru - definiţia *numărului*. Matematicianul şi filozoful Gottlob Frege este acela care a "nimerit" peste descoperirea lui Jill, definind "numărul" în termenii unor clase şi seturi. Aşa cum Bertrand Russell a arătat în "Introducere în filozofia matematicii", "Numărul unei clase este clasa tuturor acelor clase care sunt similare cu aceasta". Acest limbaj complicat ne creează dificultăţi atunci când încercăm să înţelegem care este mesajul real pe care vrea să-l transmită. În alte cuvinte, numărul unei perechi va fi clasa tuturor perechilor, iar numele acestuia este "numărul 2". Aşa cum Russell spune: "Un număr este orice care este numărul unei clase"[1]. Cu definiţia sa a "numărului", Frege a simţit că rezolvase o importantă problemă. Bunul-simţ nu are nicio problemă cu numerele, dar Frege reuşise să clarifice conceptul chiar la nivelul fundamentelor matematicii.

Notă:

1. Bertrand Russell, *Introducere în filozofia matematicii* (Fairlawn, N.J.: Macmillan,1955).

Paradoxul lui Russell

În acest episod vorbim despre *paradoxul lui* Russell, care indică faptul că există o problemă serioasă cu definirea numărului, aşa cum tocmai fusese ea făcută de Gottlob Frege. Russell observă că sunt clase care nu pot fi membre ale propriilor lor clase.

PARADOXUL LUI RUSSEL

Apoi Frege a auzit de la Bertrand Russell că există o muscă în ciorbă! Frege arătase că poţi pune bomboanele, merele, pantofii, porcii ş.a.m.d. în clasa lor specifică, iar apoi poţi potrivi membrii unei clase cu altă clasă pentru a determina ce au clase diferite în comun - adică numărul de obiecte din fiecare aceste clase. Dar Russell a obiectat: clasa bomboanelor nu este o

bomboană şi nici un măr. Cu alte cuvinte, întrucât clasa tuturor bomboanelor nu este o bomboană, nu este un membru al propriei clase.

Nu este nimic şocant însă; este bun-simţ. O mulţime de clase nu sunt membre ale propriilor clase. Clasa merelor nu este un măr; clasa pantofilor nu este un pantof. Atunci de ce să nu inventăm o nouă clasă numită "clasa tuturor claselor care nu sunt membre ale propriilor clase"? Până acum totul pare a fi în regulă. Dar Russell vine cu următoare întrebare: este această clasă membră a propriei clase ori ba? Încercarea de a răspunde la această întrebare a evidenţiat o mare problemă a fundamentelor matematicii şi i-a făcut pe matematicieni şi pe filozofi să se îngrijoreze în privinţa certitudinii matematicii, care nu mai părea a fi atât de simplă şi evidentă cum speraseră.

Să punem paradoxul lui Russell în alţi termeni. Într-o mare librărie există o sală în care sunt cataloagele cărţilor. Multe cataloage fac trimitere către ele însele şi către alte cărţi. Dar unele cataloage fac trimitere doar către alte cărţi. Librarul trebuie deci să creeze un nou catalog numit "Marele catalog care conţine toate cataloagele care nu fac trimitere către ele însele". Treaba e aproape terminată, dar îi vine următorul gând: "Trebuie să înscriu acest catalog pe care tocmai l-am creat în propriile sale pagini ori nu?".

"Dacă îl las neînscris, atunci catalogul meu este incomplet", gândeşte librarul, "pentru că îi lipseşte o intrare, chiar Marele catalog". Aşa că începe să înscrie Marele catalog. Dar în timp ce face asta realizează că este *neconsecvent* pentru că acest catalog ar trebui să conţină referiri la *cataloagele care nu fac referire la ele însele*, iar el tocmai s-a apucat să treacă în Marele catalog o referinţă la el însuşi.

Librarul are o dilemă serioasă: dacă vrea să urmeze logica înscrierii cataloagelor care nu fac referire la ele însele, atunci catalogul este incomplet. Dacă trece Marele catalog în paginile sale, atunci încalcă logica originală şi devine neconsecvent în demersul său. Ce se aplică acestor cataloage, spune Russell, se aplică de asemeni şi definiţiei clasei numerelor. Printr-o singură lovitură Russell a demolat munca lui Frege şi a pus în lumină ceva foarte suspect chiar în "inima" matematicii.

Paradoxuri ca acesta au făcut şi mai importantă misiunea de a pune matematica pe baze solide, în care fiecare pas este logic şi fiecare argument este evident. După cum s-a putut vedea, Russell însuşi a fost unul dintre filozofii-matematicieni hotărâţi să contribuie la îndeplinirea acestei misiuni.

Principia Mathematica

În acest episod vorbim despre întâlnirea lui Russell cu filozoful şi matematicianul Giuseppe Peano şi despre urmările acestei întâlniri asupra traseului intelectual al lui Russell. De asemenea, vorbim despre metoda folosită de Euclid în stabilirea bazelor geometriei.

PRINCIPIA MATHEMATICA

Interesul lui Russell în aceste probleme a început în anul 1900, la Primul Congres Internațional al Filozofiei din Paris. Pe 3 august Russell l-a auzit pe filozoful şi matematicianul Giuseppe Peano vorbind la această întâlnire. El a fost aşa impresionat de claritatea minții lui Peano, încât prezența la congres a reprezentat un moment de cotitură în cariera intelectuală a lui Russell. Acesta a crezut că abilitățile intelectuale ale lui Peano sunt produsul unei minți care fusese disciplinată prin studiul logicii matematicii. Această claritatea fusese căutată de Russell de mulți ani; s-a întors acasă, în Londra şi a început să studieze opera lui Peano.

În timp ce studia şi-a amintit de zilele în care era şcolar şi învăța geometria, timp în care întreba despre fundamentele logice ale acestei ramuri a matematicii. Acum, împreună cu A.N.Whitehead, Russell s-a angajat într-o întreprindere majoră: să descopere fundamentele logice al matematicii. Acest proiect de mare amploare s-a concretizat în două volume cunoscute cu numele de Principia Mathematica.

Matematicienii au gândit poate înainte că erau riguroşi în ceea ce făceau; Russell şi alții au indicat că, în interiorul argumentelor lor, matematicienii foloseau forme subtile de raționare, uneori în mod inconştient, care nu fuseseră niciodată formulate în mod corect. Planul lui Russell a fost acela de a folosi o notație formală, simbolică în care toate regulile de inferență să fie totalmente explicite. Urma să fie:

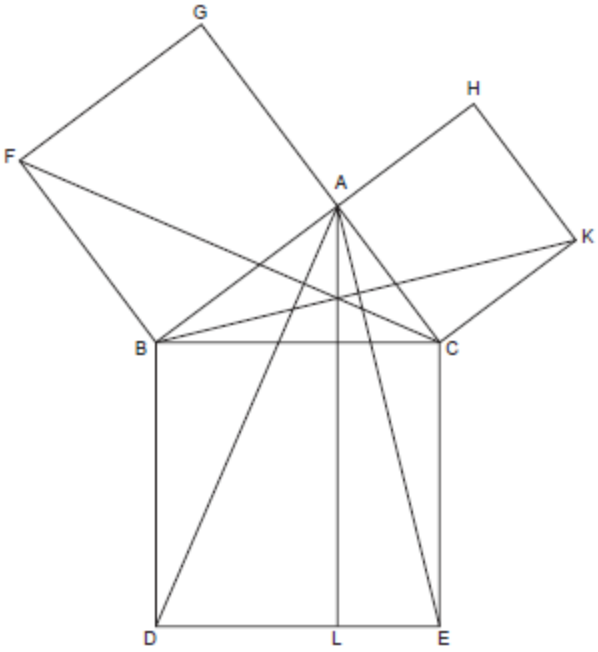
- un sistem de semne;
- o gramatică; adică reguli pentru a combina semnele în formule;
- reguli de transformare care permit matematicienilor să treacă de la o formulă la alta;
- axiome;
- demonstrații, implicând o secvență finită de formule, pornind cu o axiomă şi mergând apoi pas cu pas, folosind regulile de transformare.

NOȚIUNEA DE DEMONSTRAȚIE

Programul lui Russell presupunea punerea matematicii pe o structură logică, o idee ce mergea înapoi în timp până la Euclid. Vechii greci descoperiseră o mulțime de lucruri despre geometria lumii, dar Euclid a fost acela care a strâns aceste descoperiri într-o schemă logică şi consistentă în cartea Elementele Geometriei.

Euclid a început prin definirea celor mai simple elemente ale geometriei: punctele, liniile, planurile ş.a.m.d. Apoi a adăugat câteva axiome, care reprezintă punctele de plecare logice ale sistemului său şi erau aşa de evidente, spera Euclid, că trebuiau să fie în mod necesar adevărate. De exemplu, una dintre axiome ne spune că două linii paralele nu se întâlnesc, oricât de lungi ar fi acestea.

Pornind de aici, Euclid a căutat să demonstreze diferitele teoreme cunoscute ale geometriei, cum este de pildă faimoasa teoremă a lui Pitagora - pătratul ipotenuzei unui triunghi dreptunghic este egal cu suma pătratelor celorlalte două laturi (a catetelor).



La baza abordării lui Euclid stă noțiunea de demonstrație matematică. În demonstrațiile sale Euclid porneşte de la una dintre axiome şi construieşte un lanț de afirmații, fiecare urmând-o în mod logic pe precedenta. În acest fel este posibil să ajungi la adevărul fiecărei teoreme folosind un număr mic de paşi şi folosind logica pentru a trece de la o etapa la alta. Demonstrațiile lui Euclid nu includ presupuneri ori ghiciri şi nici nu se bazează pe bun-simț. Ele sunt construite cu o logică riguroasă.

Newton a folosit aceeaşi abordare în a măreață construcție intelectuală "Principiile filozofiei naturale", în primul rând definind termenii de bază privind spațiul, timpul ş.a.m.d, apoi adoptând un mic număr de axiome ca fiind "legile naturii". Înarmat cu toate acestea - şi demonstrând fiecare afirmație în mod logic, pas cu pas - Newton a fost capabil să stabilească adevăruri despre Univers.

Foarte interesant la aceste teoreme din sistemul lui Euclid este faptul că ele puteau fi demonstrate în mod logic pornind de la axiome, iar aceste teoreme puteau fi testate practic în lumea reală. Metoda lui Euclid a fost de importanță cardinală, pentru că apela la logică, iar teoremele se potriveau cu experiența. Teoremele sale erau adevărate şi în minte, şi aplicate pe teren.

Puterea logicii

În acest episod al uimitoarei cărți a lui David Peat, vorbim despre cum matematica se abstractizează (*introducerea simbolurilor* de către Leibniz, *algebrizarea*

geometriei de către Descartes) şi despre propunerea lui Hilbert de a da consistență fiecărui domeniu al matematicii.

MATEMATICA SE ABSTRACTIZEAZĂ...

În secolul al XIX-lea, matematicienii au început să se întrebe "Ce s-ar întâmpla dacă am modifica una dintre axiomele lui Euclid, aşa, pentru amuzament? Să sugerăm de exemplu că două linii paralele se întâlnesc într-un punct!". O atare nouă axiomă nu are nicio legătură cu lumea în care noi trăim. Întrebarea cheie era "Dacă aducem o mică modificare unei axiome, va mai fi sistemul coerent din punct de vedere logic, formând astfel o nouă geometrie? Va fi această geometrie adevărată într-un alt univers?".

Pe scurt, matematicienii au început să se întrebe despre sistemele axiomatice abstracte, sisteme care nu mai descriu realitatea. În mod evident, în asemenea sisteme complet abstracte problema coerenței este una de maximă importantă. Cum ştim noi, de pildă, că această geometrie alternativă nu este lipsită de contradicții interne?

PUTEREA LOGICII

Problema consistenței matematicii a fost mereu rezolvată prin apelul la logică. Leibniz, de exemplu, argumentează că logica este limba ideală pentru filozofi. Dar logica tradițională a Greciei vechi, a Romei şi a Evului Mediu timpuriu se bazează pe argumente pur verbale: "dacă presupun A, atunci B trebuie să urmeze", "A nu poate fi A şi non-A în acelaşi timp". Leibniz a propus, de aceea, ca afirmațiile verbale să fie înlocuite de şiruri de simboluri. Astfel s-a născut *logica simbolică*. Un şir de simboluri spune acelaşi lucru pe care îl spune o afirmație verbală, dar într-un mod mult mai economic. Mai mult, structura unui asemenea sistem este explicită şi clară, în acest fel fiind uşoară identificarea oricărei erori logice. Reducând toate argumentele la şiruri de simboluri logice, devine posibilă analiza demonstrațiilor fundamentelor matematicii într-o manieră riguroasă.

Dar care demonstrații urmează a fi examinate? Până acum ne-am ocupat doar de adunare, dar matematica este mai mult decât numerele. Cum rămâne cu geometria, algebra şi aşa mai departe? Cum poate fi redusă geometria la şiruri de simboluri logice? Pentru a vedea cum, să mergem la Euclid şi la *Elementele geometriei*. Teoremele sale folosesc triunghiuri congruente, cercuri care se intersectează ş.a.m.d. Dar Descartes a arătat că fiecare punct al unui plan poate fi definit de două numere, coordonatele x şi y. În mod asemănător, o linie poate fi scrisă ca o ecuație - o linie dreaptă: $\mathbf{y=3x}$, iar curba: $\mathbf{y=x^2}$.

După propunerea lui Descartes, figurile geometrice pot fi reprezentate de ecuații algebrice. Aceasta înseamnă că teoremele în geometrie pot fi reduse la soluții şi proprietăți ale ecuațiilor. Întreaga geometrie, împreună cu demonstrațiile sale, poate fi redusă la algebră. În schimb, algebra poate fi redusă la teoreme despre numere. Iar teoremele despre numere pot fi exprimate folosind logica simbolică. Procedând în felul acesta, toată matematica poate fi redusă la algebră, iar regulile algebrei pot fi analizate conform logicii simbolice.

Până la acest moment totul pare a fi în ordine. Dar atunci matematicianul David Hilbert a semnalat că reducând geometria la algebră, matematicienii au mutat problema pe terenul algebrei. David Hilbert a argumentat că are mai mult sens să faci coerent fiecare aspect al matematicii, în domeniul său. În loc să demonstrezi aspecte ce țin de geometrie prin algebră şi

în loc să interpretezi puncte din spațiu ca numere, fiecare ramură a matematicii ar trebui redusă la un sistem formal de simboluri.

Proiectul lui Hilbert şi intuiţionismul

În acest episod din "De la certitudine la incertitudine" vorbim despre proiectul lui Hilbert privind aşezarea matematicii pe baze solide, despre teoria intuiționistă promovată de L.E.J.Brouwer şi despre publicarea marii lucrări, "Principia" a lui Russell şi Whitehead.

PROIECTUL LUI HILBERT

Hilbert a mers mai departe cu nedumeririle sale, întrebându-se de ce este nevoie să interpretăm geometria cu ajutorul algebrei. Într-o matematică pură, înțelesul acestor simboluri variate nu ar trebui să conteze realmente. Matematica reprezenta o structură bazată pe simboluri, fiecare urmând un altul în mod logic, conform regulilor stricte ale procedurilor existente. În loc să ne întrebăm asupra înțelesului acestor simboluri, ar trebui să ne preocupe stabilirea unor reguli stricte pentru manipularea lor, pentru a putea merge în mod corect de la un pas al demonstrației la altul.

Acesta a fost marele proiect al lui Hilbert pentru determinarea fundamentelor matematicii - calea sa regală către certitudine. Hilbert a vrut să scoată la vedere orice presupunere ori principiu logic folosit în matematică; nimic nu trebuia ascuns. În loc să se bazeze pe cuvinte, fiecare pas al demonstrației trebuia înlocuit cu şiruri riguroase de simboluri logice, însoțit de reguli clare pentru a merge de la o etapă la alta. În mod ideal, întregul proces ar putea fi automat. Introducând într-un computer axiomele matematicii şi un set de reguli procedurale, acesta va putea elabora orice teoremă a matematicii.

Abordarea axiomatică a lui Hilbert părea fără greşeală. Nu putea exista nicio greşeală logică. Nu existau presupuneri ascunse, tot ce exista în sistem era anterior definit. Aceasta era exact abordarea îmbrățișată de Russell şi Whitehead, atunci când aceştia au lucrat la vastul lor proiect de cuprinde matematica într-un cadru al rigorii totale.

INTUIȚIONISMUL

Nu toată lumea a fost de acord cu propunerea lui Hilbert de a reduce matematica la logică pură. Matematicianul olandez L.E.J. Brouwer a argumentat că matematica nu poate fi redusă la şiruri de simboluri fără sens. Noțiunea de *adunare*, spunea acesta, apare din experiența noastră intuitivă a timpului, care ne permite să distingem clipa prezentă de viitor. Conceptul a ceea ce înseamnă "doi" ori conceptul de "diferență" este lămurit la un nivel mai adânc, psihologic. Întrucât abilitatea noastră de a număra vine dintr-o experiență mentală fundamentală, Brouwer a fost în favoarea intuiționismului - o investigație a nivelului profund psihologic unde rațiunea matematică operează.

ESTE PUBLICATĂ "PRINCIPIA"

Cu toate obiecțiile lui Brouwer, Russell şi Whitehead au mers mai departe cu publicarea rezultatelor lor. Textul rezultat a fost aşa de mare, că cei doi filozofi au trebuit să folosească o roabă pentru a căra manuscrisul la sediul editurii. Odată tipărită cartea, matematicienii din întreaga lume trebuiau să decidă dacă cei doi aşezaseră într-adevăr matematica pe baze logice ferme.

Unii erau încă îngrijorați de *paradoxul lui Russell*. Russell însuşi a afirmat că nu era mai mult decât o confuzie care apărea din amestecarea a diferite tipuri logice de afirmații: clasele cu clasele claselor. Nu toată lumea era convinsă. Reuşise Russell să ofere o soluție viabilă ori era vorba mai degrabă de ascunderea gunoiului sub preş? Mai mult, unii matematicieni nu era mulțumiți cu standardele de raționare logică folosite de Russell şi Whitehead.

Teorema lui Godel

În acest episod al cărții lui David Peat vorbim despre teorema lui Gödel. Un tânăr de doar 25 de ani dă lovitura de grație speranțelor de completitudine şi consistență privind matematica; dar şi *certitudinii*, care îşi găsise ultimul bârlog în sfera matematicii.

TEOREMA LUI GÖDEL

Matematicienii au rămas nelămuriți dacă matematica a fost definitiv demonstrată ca fiind completă şi coerentă. În 1931 însă, o lucrare germană, "*Despre propozițiile indecidabile din Principia Mathematica şi ale sistemelor înrudite între ele* ", **a dat peste cap lumea matematicii** şi a pus capăt proiectelor lui Hilbert, Russell şi Whitehead. Autorul acestei lucrări, un tânăr matematician din Viena, **Kurt Gödel**, în vârstă de 25 de ani. Acesta a arătat o dată pentru totdeauna limitările consistenței interne a *metodei axiomatice*, consacrate din timpul lui Euclid. Mai precis, dacă un sistem axiomatic este suficient de bogat pentru a produce ceva ca matematica, atunci acesta nu va putea fi niciodată demonstrat ca fiind **consistent**. Mai mult, un asemenea sistem va fi mereu **incomplet**.

Demonstrația lui Gödel a fost extrem de ingenioasă. De la început, el a fost hotărât să evite diferența dintre matematică şi ceea ce este cunoscut drept metamatematică. În proiectul lui Hilbert, obiectivul era să demonstreze, cu ajutorul logicii simbolice, că matematica este solidă şi completă. Dar aceasta însemna că matematica era discutată şi analizată folosind un alt sistem simbolic. Sistemul care vorbea despre matematică şi făcea enunțuri despre matematică nu era, în sine, *matematică*, ci *metamatematică*, un sistem din afara matematicii care era folosit pentru a descrie matematica.

Ideea de geniu a lui Gödel a fost aceea de a descoperi o cale de a rămâne în interiorul matematicii prin crearea unui sistem simbolic (în interiorul matematicii) care să se refere la

sine însuşi şi, de aceea, capabil să facă enunţuri despre sine - în aşa fel încât să demonstreze (ori să eşueze să demonstreze) propria consistenţă.

Detaliile demonstraţiei lui Gödel depăşesc intenţiile acestei cărţi, dar câteva idei sunt strecurate în Apendicele acestei cărţi. În esenţă, Gödel a început prin a da fiecărui simbol un număr. Desigur, numerele sunt din interiorul matematicii, deci nu sunt metamatematică. Combinând numerele într-un mod special, Gödel a arătat că fiecărei linii scrise pentru efectuarea unei demonstraţii i se poate asocia, la rândul ei, un număr unic. Fiecare enunţ matematic este definit de propriul său număr. O persoană căreia i se dă numărul corespunzător, poate "despacheta" şi scrie fără probleme enunţul căruia îi corespunde acel număr.

Mai departe, fiecărei teoreme (cu tot ce conţine ea) i se alocă un număr unic de identificare. Mai mult, o afirmaţie despre matematică, o metaafirmaţie deci, are, de asemenea, un număr; fiind un număr, este în acelaşi timp şi parte din aritmetică. Gödel a reuşit să aloce numere pentru afirmaţii ca "această afirmaţie adevărată nu este demonstrabilă" ori "această afirmaţie este adevărată" şi "negaţia acestei afirmaţii este adevărată". În acest fel el a fost capabil să arate că numere perfect valide în aritmetică pot corespunde unor afirmaţii ca "această afirmaţie adevărată nu este demonstrabilă". Astfel Gödel a reuşit să demonstreze că există afirmaţii adevărate care nu pot fi demonstrate; cu alte cuvinte, **MATEMATICA ESTE INCOMPLETĂ**.

Mai mult, existe numere în sistemul său, adică afirmaţii adevărate, care corespund cu "această afirmaţie este adevărată" şi cu "negaţia acestei afirmaţii este adevărată". Aceasta înseamnă că inconsistenţe există, de asemenea, în interiorul matematicii.

Gödel a arătat că matematica este şi incompletă şi inconsistentă. Matematica trebuie să fie incompletă pentru că vor exista mereu adevăruri matematice care nu vor putea fi demonstrate. Adevărurile există în matematică, dar nu rezultă necesarmente din orice axiomă ori teoremă. Matematica este inconsistentă pentru că e posibil pentru o afirmaţie şi pentru negaţia acesteia să existe simultan în interiorul aceluiaşi sistem.

Rezultatul lui Kurt Gödel a şocat lumea matematicii. Demonstraţia sa apare ca fiind de necombătut. Ultimul refugiu al ***certitudinii*** fusese *matematica*, iar acum Gödel tocmai dăduse un brânci ultimului ei stâlp de rezistenţă. Şi, aşa cum s-a întâmplat şi cu principiul incertitudinii al lui Heisenberg, matematicienii şi filozofii au continuat să se întrebe despre semnificaţiile mai adânci ale teoremei lui Gödel. Cum putea fi ea interpretată? Care sunt implicaţiile acesteia?

Pentru a da un exemplu, ce înseamnă de fapt că există afirmaţii matematice adevărate care nu pot fi demonstrate? Cum arată asemenea adevăruri? Cum recunoaştem unul dacă ne iese în cale?

Adevăruri nedemonstrabile

Cartea lui David Peat continuă cu un scurt capitol dedicat adevărurilor nedemonstrabile. Dacă vom încorpora asemenea conjecturi în aparatul axiomatic al matematicii, ne vom putea oare bucura de consistență şi completitudine în matematică?

ADEVĂRURI NEDEMONSTRABILE

Un exemplu de afirmație matematică nedemonstrabilă poate fi conjectura lui Goldbach. Aceasta afirmă că "Orice număr întreg par mai mare decât 2 poate fi scris ca sumă de două numere prime" (Un număr prim este un număr care se poate divide doar cu 1 şi cu sine însuşi). Cu siguranță că această regulă funcționează în practică, aşa cum se poate vedea în exemplul de mai jos:

$$20 = 17 + 3$$
$$10 = 7 + 3$$
$$8 = 7 + 1$$

Niciun matematician nu a găsit vreodată vreo excepție la această conjectură, deşi a fost testată pe computer. Desigur, nu a fost testată pentru toate numerele existente, pentru că există o infinitate de numere. Matematicienii sunt destul de siguri că această conjectură a lui Goldbach este adevărată, dar niciunul nu a fost în stare să o dovedească. Este acesta tipul de adevăr nedemonstrabil la care se referea Gödel? Va veni o zi în care, aşa cum s-a întâmplat şi cu teorema lui Fermat, un matematician ingenios va găsi o demonstrație?

Să presupunem că această conjectură reprezintă un adevăr fundamental despre numere, un adevăr care niciodată nu va putea fi dovedit. De ce să n-o declarăm ca una dintre axiomele fundamentale ale matematicii? Tot ce trebuie să facem este să creştem numărul axiomelor aritmeticii cu unul şi să începem un nou joc. Ar reprezenta acest lucru o victorie în fața limitelor proclamate de teorema lui Gödel? Nu, deoarece teorema lui Gödel stabileşte faptul că odată adăugată o nouă axiomă, vor apărea alte adevăruri nedemonstrabile. Oricum am aborda problema, nu există nicio modalitate de a evita demonstrația lui Gödel conform căreia matematica este un aparat intrinsec incomplet.

Semnificația rezultatului obținut de Gödel este încă subiect de dezbatere. Pentru unii reprezintă o problemă majoră, un eşec în încercarea de a stabili că putem avea încredere totală în logică şi matematică. Alții o privesc într-o lumină mai bună. Până una alta, marele proiect al lui Hilbert a constat în reducerea edificiului matematicii la manipularea unor simboluri care ar putea, în principiu, să fie efectuată de către un computer. O demonstrație matematică, afirma Hilbert, poate fi realizată cu ajutorul unei serii de algoritmi, iar asemenea paşi ar putea fi automatizați. Dar acum Gödel ne spune că o asemenea abordare prezintă nişte limitări şi nu poate fi aplicată matematicii în ansamblu. ***Există lucruri pe care matematicienii le fac şi care nu vor putea fi niciodată realizate de către calculatoare***.

Limitele algoritmilor

Un algoritm este o simplă regulă, o sarcină elementară care este repetată de nenumărate ori. În acest fel algoritmii pot produce structuri de complexitate uimitoare. Există tentația de a generaliza şi a afirma că algoritmii pot explica totul, inclusiv sistemele complexe. Este aşa?

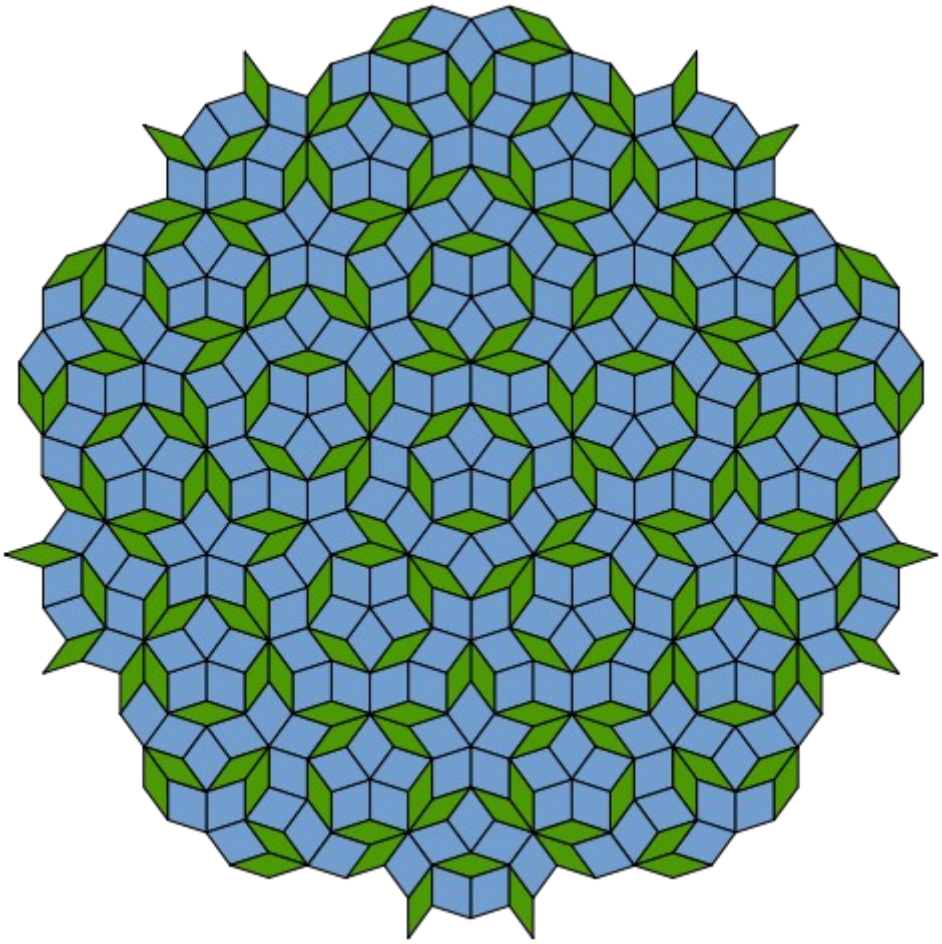
Să luăm, de exemplu, ideea de algoritm. Un algoritm este o simplă regulă, o sarcină elementară care este repetată de nenumărate ori. În acest fel algoritmii pot produce structuri de complexitate uimitoare. Aceştia pot fi folosiți, de exemplu, pentru a produce *fractali* cu ajutorul computerului.

Fractalii matematici sunt generați prin repetarea aceloraşi paşi simpli la o scară din ce în ce mai mică. În acest fel o formă aparent complexă, conținând un număr nesfârşit de detalii, poate fi generată prin aplicarea repetată a unui algoritm simplu. Aceşti fractali mimează unele forme complexe găsite în natură. La urma urmelor, multe organisme ori colonii se dezvoltă prin repetiția unor procese elementare ca, de exemplu, ramificația ori diviziunea. Modelul complex prezent în moschee, bunăoară, este rezultatul unor modele simple ce se repetă. Modele asemănătoare sunt, de asemenea, găsite în muzica arabă. În mod similar, structurile cristalelor găsite în natură se formează prin procese repetitive ce constau în aşezarea atomilor unii în apropierea altora.

Muşuroaiele furnicilor de la tropice sunt înalte de câțiva metri şi par a fi capodopere arhitecturale. Cu toate acestea, nicio termită nu are în capul ei planul integral al muşuroiului. Mai degrabă termite individuale execută sarcini simple care constau în transportul particulelor de pământ şi plasarea acestora în grămezi. Folosind aceste reguli simple şi repetitive ia naştere structura complexă a muşuroiului.

Există un număr nesfârşit de exemple de structuri elaborate cât şi de procese complexe generate prin reguli simple aplicate în mod repetat, toate putând fi simulate uşor pe computer. De aceea este tentant să credem că dacă multe modele complexe pot fi create prin aplicarea unor reguli algoritmice simple, tot ceea ce este complex poate fi creat în acest fel. De asemenea, pentru că fractalii pot reproduce forma copacilor, a râurilor, norilor şi a profilurilor munților devine seducător să credem că toate sistemele naturale cresc şi se dezvoltă în acord cu regulile logaritmice ale fractalilor. Teorema lui Gödel indică însă o limitare esențială a gândirii. Numai o parte importantă a comportamentului complex, dar nu tot, poate fi explicat prin algoritmi.

Să luăm, de pildă, ceea ce este cunoscut sub numele de "mozaicul lui Penrose". Cele mai multe sisteme de aşezare a plăcilor unele lângă altele cer doar o regulă simplă care arată cum o placă va fi aşezată lângă cea pusă anterior. Procedând astfel, persoana care aşază plăci va putea lucra toată ziua fără a fi nevoie să se ridice pentru a observa ceea ce a făcut până la un moment dat, în integralitatea sa. Matematicianul Roger Penrose a indicat un sistem special de aşezare a plăcilor în care nu va fi suficientă o singură regulă pentru a termina lucrarea. Singura cale de putea aşeza plăcile este de a privi mereu imaginea de ansamblu pentru a determina următorul pas, deci poziția în care va fi plasată următoarea placă. În timp ce algoritmii funcționează prin reguli locale, "mozaicul lui Penrose" pretinde o evaluare a întregului sistem pentru a se putea construi.



Mozaicul lui Penrose

Au fost descoperite anumite cristale care etalează acelaşi tip de simetrie ca *mozaicul lui Penrose*. Aceasta înseamnă că aceste sisteme nu se dezvoltă prin simpla aşezare a unui atom lângă vecinii lui; cristalul, ca întreg, trebuie să aibă un fel de *simț intrinsec* al dezvoltării sale. Acest simț holistic este exact ceea ce se aşteaptă să fie găsit în teoria cuantică. Un sistem cuantic nu constă într-o serie de părți conectate împreună, ca o maşină, ci este mai degrabă un întreg organic.

Algoritmii şi strategiile cognitive

Algoritmii se pot folosi şi în aşa-numitele ştiințe ale omului, cum ar fi *psihologia cognitivă*. În acest fel se încearcă surprinderea esenței comportamentului uman într-o manieră mecanicistă, simplificată. Se poate aplica însă algoritmul conştiinței umane?

STRATEGIILE COGNITIVE

Un alt domeniu în care algoritmii pot fi dovediți ca având limite este psihologia cognitivă. Psihologia cognitivă caută să explice comportamentul uman şi, în esență, conştiința umană, printr-o varietate de "strategii cognitive". Aceste strategii pot fi adesea reduse la o serie de algoritmi care, în principiu, pot fi simulați pe computer.

Este adevărat că strategiile şi algoritmii par să poată explica o bună parte din comportamentul uman. Astfel, *terapia cognitivă*, domeniu conținut de psihologia cognitivă, a putut ajuta multe persoane. Terapeutul poate identifica modele ale gândirii repetitive care dau naştere atacurilor de panică, lipsei de încredere în sine ori comportamentului distructiv în cadrul relațiilor. Terapia constă în a-l face conştient pe pacient de aceste modele şi în folosirea unor strategii simple pentru a "rupe" lanțurile de gânduri repetitive.

Din nou însă, implicațiile teoremei lui Gödel ne spun că orice sistem de algoritmi trebuie să aibă limitări inerente. Poate că unele aspecte ale conştiinței şi ale comportamentului pot fi explicate prin modele mecaniciste - şi este adevărat că din când în când cei mai mulți dintre noi se surprind comportându-se într-o manieră mecanică - dar nu toată viața noastră conştientă poate fi explicată în acest fel.

Inteligența artificială

Inteligența artificială a stârnit mințile creatoare ale scriitorilor şi scenariştilor. Cărțile şi filmele *science-fiction* descriu o lume dominată de maşini care sunt mai inteligente şi mai eficiente decât omul. Dar, în fapt, inteligența artificială are limitele ei intrinseci...

O critică asemănătoare celei a strategiilor cognitive a fost făcută în legătură cu programul inteligenței artificiale. Roger Penrose, de exemplu, consideră că deşi computerele vor deveni din ce în ce mai rapide şi mai puternice, în aşa fel încât la un moment dat nu vom mai putea nici măcar să înțelegem cum sunt construite programele pe care le vor folosi (pentru că maşinile vor începe să-şi scrie propriul cod), acestea au limitări intrinseci şi nu vor putea atinge nivelul de inteligență conştientă posedat de om.

Penrose a fost criticat de unii reprezentanți din domeniul inteligenței artificiale, dar argumentele sale sunt solide. Problema inteligenței bazate pe silicon este aceea că se bazează pe algoritmi. Executând miliarde de sarcini simple şi repetitive la viteze foarte mari, computerele pot juca şah, simula vederea, recunoaşte fețele omeneşti, înțelege textele scrise ş.a.m.d. Pe măsură ce calculatoarele devin mai rapide, folosesc memorii din ce în ce mai mari, funcționează în paralel şi folosesc rețele neurale pentru a învăța noi sarcini, acestea vor depăşi abilitățile omului în multe domenii de activitate, iar noi vom pierde uşor uşor înțelegerea modului de "gândire" al acestora. Dar argumentul esențial al lui Penrose este că aceste echipamente electronice vor fi mereu limitate de teorema lui Gödel; în schimb, mintea omenească este capabilă de "salturi" uimitoare şi poate descoperi "adevăruri" care nu vor putea fi niciodată atinse pe o cale secvențială, logică.

În trecut au fost făcute diverse afirmații extravagante despre viitorul *inteligenței artificiale*. Cărțile science-fiction descriu o lume dominată de maşini care sunt mai inteligente şi mai eficiente decât omul şi care nu mai au nevoie de prezența acestuia în lume, încercând să-i grăbească dispariția. O viziune mai optimistă asupra lumii ce va să vină descrie un viitor al simbiozei dintre om şi maşină. Această viziune ține cont de faptul că multe sarcini pot fi îndeplinite mai bine de computere. Capacitatea lor de a memora este mai mare. Acestea pot efectua calcule cu o mai mare rapiditate. Computerele nu se plictisesc şi, dacă sunt bine programate, nu fac greşeli.

Pe de altă parte, computerele vor interacționa cu din ce în ce mai mulți oameni, iar oamenii au obligații şi responsabilități față de acestea. Noi avem experiența iubirii, a bucuriei, a durerii de

cap ori a disperării. Dispunem de un corp care interacționează cu lumea înconjurătoare, avem emoții nuanțate în funcție de context. Inteligența umană poate tolera ambiguitatea, poate improviza şi poate completa zonele de discontinuitate din cunoaştere ori logică. Intuiția umană poate opera în manieră foarte creativă. Omul poate vedea modele acolo unde nu există în lucruri. Noi ne putem da seama ce este valoros în modul de aranjare a lucrurilor, ce este cu sens în viață, precum şi ce poate fi neglijat ori ignorat. Acestea sunt zone în care computerele îşi vor întâlni limitele...

De aceea este inteligent să combinăm tot ce este mai bun în cele două "specii" - creaturile bazate pe carbon, *oamenii* şi cele bazate pe siliciu, *computerele*. În viitor computere super-performante vor lucra cot la cot la omul, fiecare învățând de la celălalt şi fiecare folosindu-şi abilitățile la care excelează. Viitorul va veni cu implementarea unor conexiuni neurale între om şi maşină, omul putând accesa direct memoria unui computer, experimentând senzații pentru evenimente care se întâmplă în locuri depărtate ori coordona un robot prin puterea gândului.

Dominaţia logicii

Teorema lui Gödel este specifică matematicii, vorbind despre inconsistența acestui domeniu care pentru o vreme a reprezentat ultimul bastion al perfecțiunii pentru savanți. Dar această teoremă vorbeşte şi despre natura umană ori funcționarea societății.

Teorema lui Gödel vorbeşte despre lumea matematicii, fiind un rezultat al unui ingenios sistem de logică auto-referențială. Folosirea acesteia dincolo de domeniul de referință, aşa cum am făcut în paragrafele anterioare, reprezintă mai mult o extrapolare decât o inferență. Ar fi mai adevărat să spun că Teorema lui Gödel este un exemplu de lecție care ne învață să suspectăm marile şi cuprinzătoarele teorii ori sisteme de cunoaştere.

În secolul al XX-lea s-au derulat cele mai negre episoade din istoria umanității; au fost perioade în care nebunia a cuprins națiuni întregi şi care vorbesc despre răul colectiv şi despre domnia lipsei de rațiune. În mod paradoxal, *această nebunie colectivă are propria rațiune*; adesea aceste perioade negre sunt asociate cu obsesia logicii, a contabilității şi a birocrației.

Acest comportament paradoxal este asociat cu nebunia nu numai la nivel social, ci şi la nivel individual. Paranoicul poate justifica cu grijă opiniile sale privind persecuția. Psihopatul gândeşte cu atenție fiecare pas pe care-l face, chiar dacă ajunge la concepții absurde. Psihopații pot începe să creadă că sunt superiori celor din jur, iar comportamentul celorlalți, care par să-şi modifice des punctele de interes şi ideile, în timp poate duce la convingerea că opinia privind inferioritatea celorlalți este pe deplin justificată. Din acest punct nu mai este mult până la convingerea că legile şi convențiile societății se aplică doar celorlalți, celor inferiori.

În romanul lui Graham Greene, *Al treilea om*, Harry Lime priveşte cu superioritate lumea de la înălțimea unei roți de bâlci. Acesta este modul de raportare la ceilalți al psihopatului. Oamenii par nişte furnici, iar insectele sunt genul de ființe peste care călcăm fără să gândim vreo clipă la ceea ce facem. De ce să nu demonstrăm superioritatea tocmai prin strivirea unei asemenea insecte într-un act de ucidere fără motiv?

Există aşadar gânduri înlănțuite care dau iluzia logicii, dar concluzia este una eronată, pentru că un om sănătos mental nu va avea acest tip de gânduri. Suntem conştienți de absurditatea

acestora. Suntem vigilenți pentru a nu fi capturați de idei exagerate. Empatizăm cu cei din jurul nostru şi recunoaştem slăbiciunea şi suferința celuilalt.

Atunci când suntem suporteri ai unor teorii ori idei cu relevanță globală, logica poate repede dispărea din peisaj. Argumentând astfel nu fac un apel la renunțarea la logică - ar fi absurd. Aceia care au formulat logica, începând cu Grecia antică, trecând prin şcolile Evului Mediu şi ajungând la logica simbolică de astăzi, au făcut un mare serviciu omenirii sub aspectul capacității de a gândi corect.

Pe de altă parte, logica a fost însoțită de compasiune, bunătate şi umanitate. Un artist este în pericol de a pierde "întregul" operei dacă nu se depărtează de pânză pentru a privi pictura dintr-o perspectivă mai largă. În acelaşi mod şi noi ar trebui să ne privim planurile, propunerile şi teoriile pentru a înțelege care este sensul şi rostul lor într-un context mai larg. Care este în fapt opinia noastră despre acestea? Ce ne motivează să le susținem? Cum se raportează acestea la ceilalți semeni?

Carl Jung a împărțit funcțiile raționale ale minții umane în "gândire" şi "simțire". Noi considerăm adesea simțirea ca fiind slabă şi confuză, dar pentru Jung era una dintre funcțiile rațiunii. Simțirea era văzută ca o evaluare a valorii intrinseci a lucrurilor. Simțirea se raportează la lume în mod global, nu analitic. Dacă gândirea nu este contrabalansată de simțire, atunci poate deveni obsesivă, nemaifiind capabilă să acorde atenție înțelesului global al acțiunilor. Invers, dacă simțirea nu este contrabalansată de gândire, suntem în pericol de a ne avânta în acțiuni cu mare entuziasm şi convingere, fără a face planuri solide şi fără a vedea care sunt capcanele la care este expusă întreprinderea noastră.

Luând teorema lui Gödel ca o metaforă, vom observa că aceasta ne spune că marile teorii, oricât de complete ar părea, omit elemente importante, iar cele mai solide construcții ale gândirii conțin ascunse inconsistențe. Doar pentru că lucrurile au sens pe hârtie nu înseamnă că acestea vor funcționa în realitate. Fără simțire, logica ne-ar împinge în diverse direcții, câteodată chiar împotriva propriei voințe. Iar atunci când învinge, aceasta supune totul puterii sale.

Teoria cuantică ne oferă un punct de vedere diferit. Aceasta se bazează pe o logică diferită care lasă loc atât pentru existența lui A, cât şi a lui non-A. Este o logică ce depinde de contexte şi complementaritate, una în care ce este A într-un context, devine non-A în altul. În locul unei logici mecanice ce ne forțează într-o direcție, pas cu pas, logica cuantică ne invită la un pas înapoi şi la întrebarea: în ce context operează această logică?

Autoritarismul logicii este o formă de confruntare în care nu există cale de mijloc. Este o logică a terțului exclus. Este o logică a câştigătorilor şi a pierzătorilor. Este o confruntare în care ori triumfăm, iar adversarii ni se închină ori pierdem şi nu mai deținem puterea. Mult mai bine este atunci când fiecare voce este auzită şi fiecare poziție respectată, când fiecare a adus propria contribuție şi simte că a câştigat ceva, fără a fi învins pe cineva. Căci cum poate rezulta o acțiune corectă din mânie şi conflict? Nu este vorba despre compromis, în sensul de a renunța la ceva, ci despre crearea unui cadru flexibil, care să poată include mai multe puncte de vedere şi contexte. Este o abordare în care fiecare persoană se poate ocupa de sine într-o manieră acceptabilă celorlalți.

Sfârşitul secolului al XX-lea a fost martorul prăbuşirii a numeroase teorii grandioase. Urma să realizăm o lume curată şi să descoperim surse abundente de energie. Pentru a lua un exemplu,

în proiectul James Bay, zone întinse din nordul oraşului Quebec urmau să fie inundate pentru a produce energie hidroelectrică. Numai după proteste viguroase care susţineau cauza turmelor de caribu şi a poporului Cree s-a renunţat la proiect.

Acest gen de planuri măreţe s-a dovedit insensibil la contextul local. Ca un antidot, apărătorii mediului au adoptat sloganul: *"Acţionează local, gândeşte global"*. Orice program ar trebui să se raporteze la întreaga lume şi la modul în care acesta va afecta sistemul ecologic şi comunitatea locală în care ar urma să fie implementat.

Să luăm, de exemplu, ideea de regiune. Politicienii trag linii pe o hartă şi stabilesc graniţe pentru ţări, state, provincii, ţinuturi ori regiuni. Dar putem defini o regiune după multe criterii: după accentul locuitorilor, după relaţiile dintre familii, după specificul activităţilor, după formele de relief, după circulaţia ziarelor, după grupurile religioase ori asociaţiile existente, după festivalurile anuale, după modelele comerţului, turismului ori ale migraţiilor. Aplicând aceste criterii, hărţile trasate vor avea în mod inevitabil multe zone care se vor intersecta. Regiunile se pot alcătui după o largă varietate de contexte. Dar pentru a funcţiona într-o atare complexitate se cere un mod de gândire mult mai flexibil, cu care nu sunt obişnuiţi cei mai mulţi politicieni.

De asemenea, trebuie luată în calcul perspectiva globală a oricărei întreprinderi. Bazinul Amazonului, de pildă, nu aparţine unei singure ţări. Junglele sale au importanţă globală. Rio Grande nu ţine cont de graniţele naţionale; nici ploile acide, curenţii oceanici, dioxidul de carbon, încălzirea globală ori stratul de ozon.

Teorema lui Gödel aparţine domeniului matematicii, dar aceasta conţine lecţii profunde pentru noi toţi. Am fost prea încrezători în puterea minţii umane şi am construit temple *impenetrabile* ale raţiunii, sisteme logice *perfecte* şi edificii complexe ale cunoaşterii. Gödel arată însă că orice sistem, oricât de minuţios construit, poate conţine inconsistenţe şi că oricât ne-am strădui să fim completi în operele noastre, vor fi mereu aspecte pe care le vom omite.

Teorema lui Gödel se aplică la tot ceea ce facem. De aceea poate că a venit timpul pentru a învăţa noi moduri de a gândi care să fie mai flexibile şi mai deschise decât până acum. În loc să menţinem organizaţii ierarhice, bazate pe comanda unică, poate ar trebui să evaluăm eficienţa unor sisteme care se auto-organizează şi care îşi pot genera propria logică dependentă de context.

Permanenţă şi transformare

Începem astăzi să publicăm cel de-al treilea capitol al cărţii lui David F. Peat, intitulat "De la obiect la proces", cu o întrebare privind natura ultimă a realităţii: este Universul supus unei perpetue schimbări ori, dincolo de aceste transformări, există o esenţă a lucrurilor?

CAPITOLUL III - DE LA OBIECT LA PROCES

Suntem creaturi legate ombilical de natură, de lumea concretă. Nu putem trăi mereu într-o lume a viselor, paradoxurilor, matematicii axiomatice şi incertitudinilor. Chiar dacă, din când în când, suntem cu capul în nori, ar trebui să încercăm întotdeauna să rămânem cu picioarele pe pământ, bine ancoraţi în realitate. Chiar dacă locuim într-un bloc turn în mijlocul unei metropole, nu ar trebui să uităm că înaintaşii noştri au vieţuit printre pajişti, râuri şi fluvii,

păduri şi deşerturi, oceane şi munţi.

Corpurile noastre sunt alcătuite din materie. Avem nevoie de materie, sub forma aerului, hranei şi apei pentru a putea trăi. Această lume materială este unica certitudine inalienabilă pe care o avem în viaţă. În multe dintre religiile planetei *lumea materială* este reprezentată prin *Arborele Vieţii*, a cărui coroană se ridică până la ceruri în timp ce rădăcinile-i coboară adânc spre centrul Pământului. Acest copac simbolizează existenţa individuală a fiecăruia dintre noi, aspiraţia la transcendentalitate, numinozitate şi spiritualitate prin intermediul fundaţiei sale solide din interiorul Pământului.

Numai că înţelegerea noastră cu privire la partea materială a existenţei umane a fost transformată radical de *teoria cuantică*. Scaunele şi mesele au dispărut, fiind înlocuite de un spaţiu aproape gol, dar populat cu atomi care interacţionează. Ulterior, atomii au fost descompuşi în nuclee atomice, nucleele în particule elementare şi, în cele din urmă, particulele elementare au fost explicate prin intermediul simetriilor, transformărilor şi proceselor din vidul cuantic. Înţelegerea acestui nou tip de realitate a necesitat o schimbare de paradigmă a gândirii atât de profundă, încât influenţele sale s-au simţit chiar până la nivelul limbii vorbite. În locul substantivelor şi conceptelor trebuie să dialogăm cu ajutorul verbelor, proceselor şi fluxurilor. Şi, aşa cum am mai menţionat, această modificare a felului în care ne raportăm la realitate a fost însoţită de revoluţii similare în domenii precum arta, literatura, filozofia şi relaţiile sociale.

PERMANENŢĂ ŞI TRANSFORMARE

Care e natura lucrurilor? Care sunt cărămizile fundamentale ale realităţii? Din ce este alcătuită finalmente materia? Toate culturile au încercat să lămurească această problemă. Este un subiect dificil în mod special din cauza aparentei discrepanţe dintre, pe de o parte, caracterul permanent al lumii în care trăim şi, pe de alta, a naturii sale tranzitorii, schimbătoare. Prin comparaţie cu viaţa omului, rocile şi munţii au o existenţă eternă. Raportat la scara erelor geologice, vieţile noastre sunt la fel de întâmplătoare precum vântul şi vremea, alimentele şi recoltele.

Să considerăm, spre exemplu, apa. Cea mai comună şi necesară dintre substanţe. Apa este într-o continuă mişcare şi transformare. Îşi modifică forma după cea a unei vaze, a unei căni, a unui bazin de înot ori a unui dig. Ajunge pe sol în urma ploilor, curge sub forma râurilor, se varsă în oceane şi, în cazul unui iaz, suprafaţa îi este vălurită de vânt. În zilele foarte reci aceeaşi apă îngheaţă, trecând în stare solidă, pentru ca apoi, când soarele îşi face din nou simţită prezenţa, gheaţa astfel formată să se topească, redevenind apă. Puneţi o parte din această apă într-o oală, turnaţi-o pe foc şi se va transforma în aburi; puneţi o lingură rece peste apa care fierbe şi aburii vor condensa, transformându-se în picături de apă.

Aceste trei stări diferite de agregare ale materiei - solidă, lichidă şi gazoasă - se transformă atât de uşor din una în alta încât este normal să presupunem existenţa unei esenţe fundamentale comună gheţii, apei lichide şi aburului. Ca şi cum respectiva esenţă ar fi primordială, iar manifestările sale particulare, formele solidă, lichidă şi gazoasă, depind de circumstanţele exterioare.

Ceea ce este valabil în cazul apei se aplică şi pentru multe alte substanţe care ne înconjoară. Fierul ruginește, untul se topește la soare, carnea putrezește, mustul fermentează, vinul se transformă în oţet, metalele încălzite la temperaturi mari se amestecă formând aliaje. Tot ceea ce ne înconjoară reprezintă procese fără sfârşit de dezvoltare şi descompunere, cât şi nenumărate transformări de forme, culori, gusturi şi mirosuri. Progresul civilizaţiilor este

determinat, în parte, de înțelegerea şi controlul perfect asupra unor asemenea transformări.

Taoismul Chinei Antice are la bază o filozofie a schimbării fără de sfârşit. Viziunea despre lume a diferitelor populații Algonquin din America de Nord (Blackfoot, Cheyenne, Obijway, Micmac, etc.) îmbrățişează *transformarea continuă*. Cu toate acestea, filozofii secolului al cincilea dinainte de Hristos ai Greciei Antice credeau în existența unei stări fundamentale, o esență care s-ar afla în spatele acestor transformări. Thales sugera că totul este compus din *apă*. Pentru Anaximede esența era *aerul*. Heraclit credea că este vorba despre *foc*. Empedocle a sugerat o abordare diferită: *nu există un constituent fundamental*. Mai degrabă, materia este formată din combinația a patru elemente - aer, foc, apă şi pământ. În funcție de proporția fiecăruia dintre aceste patru elemente, caracteristicile substanțelor sunt mai apropiate de cele ale pământului, focului, aerului ori apei.

Naşterea şi evoluția teoriei atomice

În acest al 26-lea episod al lucrării lui David Peat, autorul face o analiză a evoluției ideilor despre structura fundamentală a materiei, plecând de la prima teorie atomică, a lui Leucip şi Democrit, trecând prin *elementele* din filozofia greacă şi ajungând la teoria atomică modernă.

ATOMI ŞI ARHETIPURI

Ideii existenței unui fundament al lumii materiale îi era asociată cea a divizibilității materiei. Are materia un caracter continuu? Poate fi ea divizată la nesfârşit fără a-şi pierde proprietățile fundamentale? Sau, în cele din urmă, se ajunge la o componentă finală, un element constitutiv de bază care nu poate fi divizat mai departe, un aşa-numit „*atomos*" (cel care nu poate fi divizat)?

Leucip şi Democrit credeau că absolut totul este format din obiecte elementare aflate într-o continuă mişcare. Propunerea lor nu s-a bucurat de acceptul lui Platon şi Aristotel, deoarece dacă totul ar fi format din corpusculi în mişcare, atunci de ce s-ar păstra atât de bine forma obiectelor? Teoria atomică nu putea explica stabilitatea naturii ori reapariția formelor organice generație după generație. Una peste alta, atomii păreau a reprezenta mai degrabă o explicație mecanicistă. Această certitudine nu prezenta interes pentru acei filozofi greci care puneau la baza lumii formele şi ideile.

În cele din urmă grecii au rămas fideli *elementelor* lor. Acestea nu aveau substanțialitate – asemenea focului ori apei – ci mai degrabă reprezentau esențe imateriale din care fusese creată întreaga lume.

Asemenea idei au rezistat în Occident pentru mai bine de 2000 de ani şi, odată cu apariția alchimiei au fost introduse noi principii ori, altfel spus, elemente. De pildă, spiritul Mercur este prezent în tot ceea ce este caracterizat de volatilitate. Sarea, neschimbată de acțiunea focului, reprezintă stabilitatea, în timp ce sulful întruchipa principiul combustiei. Ideile greceşti despre atomism erau centrale în căutarea de către alchimişti a unui „solvent universal" care ar fi redus toată materia la componentele sale elementare.

Alchimiştii credeau mai degrabă într-un proces de maturație şi dezvoltare al tuturor componentelor lumii materiale, în drumul lor spre perfecțiune, în defavoarea concepției conform căreia substanțele s-ar afla într-o stare finală, ultimă. Tocmai din această cauză aurul

era foarte apreciat, obținerea sa fiind considerată un punct final în activitățile alchimiştilor. Aurul străluceşte asemenea Soarelui şi este foarte rezistent la acțiunea agenților oxidanți ori solvenților. Din acest punct de vedere materia era o entitate vie, iar alchimiştii au acționat pe post de moaşe ale unei Naturi în căutarea perfecțiunii. Doctrina medievală conform căreia „cum este la suprafață, la fel şi în profunzime" ("as above, so below") a stabilit, de asemenea, un paralelism între dezvoltarea interioară, spirituală şi transformarea exterioară, materială.

APARIȚIA TEORIEI ATOMICE

Odată cu apariția modelului ştiințific newtonian – „ştiinței newtoniene" – dacă ne este permis acest termen generic, filozofii naturaliști au început să descrie materia în termeni mai mecanicişti, o mişcare rezultată ca urmare a aplicării legităților care descriu acțiunea unor forțe. Totuşi, rămăşițele modelelor anterioare au persistat pentru o bună parte a secolului al XIX-lea sub masca „vitalismului", idee conform căreia materia organică, cea care intră în componența organismelor vii, este cumva diferită de cea anorganică. Asemenea noțiuni sunt încă răspândite şi în prezent de către cei care folosesc termeni mai degrabă ambigui precum „alimente organice" pentru a sugera că alimentele şi produsele folosite în medicină obținute din „plante naturale" şi fără a utiliza aditivi ori „chimicale" au proprietăți medicinale şi alimentare superioare.

Prima transformare reală a noțiunii de „element", în sensul de cărămidă fundamentală a materiei, s-a produs la mijlocul secolului al XVII-lea, atunci când chimistul Robert Boyle sugera că, mai corect decât a le privi drept forme ori principii subiacente, elementele ar trebui descrise ca obiecte fizice concrete. Elementele se combină în felurite moduri pentru a forma diferitele componente ale lumii care ne înconjoară. La mai bine de un secol după Boyle, Antoine-Laurent Lavoisier studia în mod sistematic numeroasele reacții diferite prin intermediul cărora substanțele pot fi descompuse în părțile lor componente, cât şi modurile în care aceste componente se pot recombina pentru a da naştere unei largi varietăți de compuşi chimici. Cercetările sale au avut ca rezultat o listă a ceea ce el considera a fi elementele chimice propuse de Boyle, ce includeau fierul, zincul şi mercurul şi despre care se considera că nu vor putea fi niciodată descompuse în ceva mai simplu. Pentru Lavoisier, aceste elemente erau constituenții fundamentali ai restului materiei[1].

A rămas în sarcina lui John Dalton, în primii ani ai secolului al XIX-lea, să pună semnul egal între noțiunea de atomi indivizibili şi elementele chimice ale lui Lavoisier. El a propus ideea că fiecare element este compus din atomi identici, fiecare tip de atom având proprietățile sale caracteristice. Aceşti atomi se combină dând naştere moleculelor diverşilor compuşi chimici. Ceea ce odinioară era privit drept rezultat al anumitor principii fundamentale, principii care erau responsabile chiar şi pentru caracterul indivizilor – pământul, focul, aerul şi apa – lua acum forma unor mici sfere care interacționau mecanic în concordanță cu legile lui Newton.

Ştiința scosese la iveală unul dintre secretele profunde ale naturii, cu prețul pierderii simțului de intimitate şi comuniune care provenea din credința că toată natura este vie, cu noi participanți la acest spectacol conform principiului „cum este la suprafață, la fel şi în profunzime". Cu toate acestea, după cum vom vedea în cadrul acestui capitol, povestea structurii şi caracterului materiei, a schimbării de paradigmă de la certitudine către incertitudine, ni se dezvăluie pe o impresionantă traiectorie circulară. Pe măsură ce ştiința se îndepărta de lumea formelor şi principiilor eterne, pentru a intra în lumea atomilor, aceştia din urmă deveneau din ce în ce mai inconsistenți, până când, în cele din urmă, materia avea să dispară, lăsând din nou locul unor principii de formă şi simetrie.

De-a lungul secolului al XIX-lea oamenii de ştiinţă au continuat să facă speculaţii pe tema atomilor. I-au folosit pentru a explica proprietăţile gazelor: un gaz este format din sfere minuscule care se ciocnesc încontinuu una de alta. Încălziţi gazul şi bilele se vor mişca mai repede şi pe distanţe mai mari, astfel încât gazul se va dilata.

Prima dovadă concretă a existenţei atomilor avea să vină în 1858, atunci când Julius Plücker (1801-1868) observa cum o radiaţie stranie este emisă de un curent electric la traversarea unui gaz. Asemenea luminii, aceste „raze catodice" urmau traiectorii rectilinii, dar puteau fi şi deviate de pe traiectorie de un magnet. Oamenii de ştiinţă au dedus că radiaţia era compusă din particule minuscule încărcate electric. În anul 1897 fizicianul britanic J.J. Thomson sugera că aceşti „electroni" intră în componenţa fiecărui atom. Astfel că existenţa atomilor, până atunci entităţi ipotetice, era confirmată, în acelaşi timp descoperindu-se şi faptul că aceştia reprezentau structuri complexe, iar nu unităţi indivizibile.

[1]Din cauza dificultăţilor extreme de a le descompune în ceva mai simplu, Lavoisier credea că substanţe precum cuarţul erau, de asemenea, elemente. În prezent se cunoaşte că este vorba despre un compus chimic format din siliciu şi oxigen – bioxidul de siliciu.

De la atomi la particulele elementare

Al douăzeci şi şaptelea episod al cărţii lui David Peat realizează o trecere în revistă a descoperirilor din lumea particulelor fundamentale: de la modelul atomic al "budincii cu stafide", până la teoriile moderne ale corzilor. Filozofic vorbind, mai stă în picioare atomul vechilor greci?

DE LA ATOMI LA PARTICULELE ELEMENTARE

În 1902 Thomson şi lordul Kelvin sugerau că atomii sunt asemănători budincilor pregătite în mod tradiţional de sărbători, cu electronii încărcaţi negativ din punct de vedere electric pe post de "stafide" împrăştiate în aluatul de formă sferică al "budincii", caracterizat de o sarcină electrică pozitivă. Ulterior, experimentele lui Ernest Rutherford au arătat că, mai degrabă, atomul seamănă cu un sistem solar în miniatură, cu electronii (planetele) rotindu-se în jurul unui nucleu central care juca rolul Soarelui. Atunci când doi sau mai mulţi atomi îşi pun în comun electronii, iau naştere moleculele.

Dar ce se poate spune despre nucleul însuşi? Fizicienii aveau să descopere curând că şi acesta era compus din particule elementare numite protoni şi neutroni. Dar ce le ţinea pe acestea laolaltă în cadrul nucleului atomic? Fizicianul japonez Hideki Yukawa propunea existenţa unui nou tip de particulă, numită mezon, al cărei rol ar fi de a ţine legate aceste particule elementare. Nu peste multă vreme oamenii de ştiinţă aveau să descopere că existau nu unul, ci mai multe tipuri de mezoni.

Până la mijlocul secolului al XX-lea avea să fie scoasă la iveală o întreagă "grădină zoologică" a feluritelor particule "elementare". Situaţia nu era tocmai confortabilă pentru fizicieni, care ar fi preferat ca lumea lor să fie una simplă şi elegantă. O lume compusă din doar trei tipuri de particule ar fi de preferat în detrimentul alteia în care îşi găseau loc nenumărate astfel de particule. Astfel că a fost propusă noţiunea de quarc: unele particule elementare, cum este cazul neutronilor şi protonilor, nu sunt fundamentale ele însele, ci au în structura internă diferite combinaţii, folosind trei tipuri de quarcuri. Teoria promitea să simplifice natura materiei, asta

până când oamenii de ştiinţă aveau să descopere că era nevoie de mai mult de trei "arome" de quarcuri şi că, în plus, mai era nevoie şi de alte tipuri de particule, numite gluoni, al căror rol era să ţină quarcurile laolaltă.

Superstringurile

O abordare alternativă era abandonarea noţiunii de particule ca reprezentând cărămizi fundamentale în favoarea superstringurilor, obiecte similare unor corzi ale căror rotaţii şi vibraţii, cuantificate sub forma unei serii de niveluri energetice, dădeau naştere entităţilor care ni se înfăţişează sub forma particulelor elementare. Conceptul original a fost propus în 1970 de către Yoichiro Nambu şi revitalizat ulterior într-o formă uimitoare şi complet nouă de către John Schwarz şi Michael Green în 1984. În curând majoritatea fizicienilor care activau în domeniul particulelor elementare aveau să înceapă să lucreze la ceea ce părea a fi o "Teorie a Totului".

Superstringurile sunt incredibil de mici. Dacă le raportăm la lumea atomilor, supercorzile sunt atât de mici faţă de aceştia pe cât sunt atomii faţă de lumea pe care o experimentăm noi, oamenii, în viaţa de zi cu zi. Şi, chiar mai surprinzător, superstringurile nu există în universul cotidian care ne este familiar, caracterizat de cele trei dimensiuni spaţiale, ci, conform teoriei lui Schwarz şi Green, ocupă un domeniu subatomic care se întinde în 15 dimensiuni. Pentru o vreme superstringurile au părut a reprezenta soluţia căutată pentru unificarea, ori, mai bine zis, descrierea unitară, a varietăţii care caracterizează lumea particulelor elementare, până când o serie de probleme tehnice au început să iasă la iveală. A reieşit că în locul unei teorii unice a superstringurilor pot exista un număr infinit de posibile teorii, fără vreo metodă clară de a o identifica pe cea corectă. Unii fizicieni cred că aceste dificultăţi tehnice pot fi depăşite (ori au fost deja rezolvate) şi că superstringurile au potenţialul de a reprezenta teoria definitivă privind natura materiei elementare. Alţii sunt mai sceptici.

Aşadar, ce s-a ales de visul vechilor greci, de dorinţa lor de a descoperi un principiu fundamental care stă la baza întregii realităţi? Dar de ideea conform căreia materia nu poate fi divizată la nesfârşit, principiu care susţine că la un moment dat se va ajunge la cărămizile fundamentale ale întregii materii?

Simetria şi marile teorii unificate

În acest nou episod al lucrării sale, David Peat vorbeşte despre principiile de simetrie din fizica modernă - un posibil fundament al realităţii, despre dificultăţile legate de marile teorii unificate, dar şi despre raportarea fizicii la un context nou, postmodern.

SIMETRII FUNDAMENTALE

Teoriile începeau să sugereze că nu particulele elementare însele reprezentau scopul final al Teoriile începeau să sugereze că nu particulele elementare însele reprezentau scopul final al investigaţiilor ştiinţifice, ele fiind mai degrabă manifestarea unor principii fundamentale de simetrie. La fel cum în cazul relativităţii lui Einstein există legi universale care stau la baza unor aparenţe cu caracter relativ şi în cazul de faţă principiile de simetrie guvernează modul în care particulele elementare se transformă şi se grupează în familii de particule.

Aceste simetrii pot fi asemuite unor oglinzi, astfel că, de pildă, un electron încărcat negativ este reflectat de oglinda de sarcină devenind un pozitron încărcat pozitiv din punct de vedere electric. La fel, un proton este reflectat şi transformat într-un anti-proton. Unele oglinzi reflectă particulele caracterizate de o anumită valoare a spinului, transformându-le în opusul lor, din punct de vedere al spinului, iar altele modifică proprietăți cum ar fi *hipersarcina* (*hipersarcina unei particule este un număr cuantic asociat interacțiunilor nucleare tari - n.tr.*).

Bineînțeles că nu vorbim de obiecte din lumea materială, de oglinzi propriu-zise, ci de metafore cu ajutorul cărora înfățişăm modul în care ecuațiile care descriu particulele elementare pot fi transformate şi reflectate unele în altele. Prin transformarea unei particule în alta, în concordanță cu aceste reguli de simetrie, se pot construi familii întregi de particule elementare. Într-un anumit sens vorbim de aceeaşi particulă, reflectată în felurite moduri. Pentru mulți dintre fizicieni, legile fundamentale de simetrie şi transformare sunt de primă importanță, în detrimental particulelor însele.

Lumea cuantică se găseşte într-un proces constant de schimbare şi transformare. În aparență, toate procesele şi transformările posibile ar trebui să poată avea loc, numai că principiile naturale de simetrie stabilesc nişte limite în ceea ce priveşte arbitrarul transformărilor. Doar acele procese care nu încalcă anumite principii de simetrie de bază sunt premise a avea loc în natură.

La fel cum vechii greci credeau că formele şi arhetipurile fundamentale sunt cele care se află la baza presupuşilor atomi, la fel fizicienii zilelor noastre poziționează principiile de simetrie la baza particulelor elementare.

MARI TEORII UNIFICATE

Timp de 80 de ani fizicienii au fost în căutarea "Sfântului Potir" al Marii Teorii Unificate, un set unic de ecuații care să descrie tot ceea ce există. Asemenea potirului din legenda regelui Arthur, şi acesta pare a fi zărit ocazional de la distanță. Totuşi, pe măsură ce oamenii de ştiință par a se apropia de el şi a-i desluşi forma completă, acesta dispare în ceață, ori pare că e făcut din tinichea, iar nu din aur.

Unul dintre primele astfel de vise i-a aparținut lui Einstein, cel care a arătat că forța gravitației poate fi explicată drept o curbare a spațiu-timpului. El a presupus că e posibil ca magnetismul şi atracția electrică să poată fi explicate în aceeaşi manieră. Poate că materia însăşi nu constă decât din noduri şi aglomerări în textura spațiu-timpului. Einstein a lucrat la această abordare până la sfârşitul vieții. A fost o viziune splendidă, care a avut însă un defect major: ignora în totalitate lumea cuantică. În căutarea unui principiu de bază ori nivel fundamental al existenței, fizicienii nu au fost capabili să descopere vreo modalitate cu adevărat satisfăcătoare de a unifica cele două mari descoperiri ale secolului al XX-lea – relativitatea şi teoria cuantică.

Cele mai strălucite minți din trei generații de fizicieni s-au luptat cu problema unificării. Din când în când s-a creat impresia unui progres iminent, doar pentru ca ulterior speranța să pălească şi încă o abordare să fie abandonată.

FIZICA POSTMODERNĂ

Fizicianul Yoichiro Nambu, cel care a dezvoltat prima *teorie a corzilor* (precursoarea teoriei "superstringurilor"), a introdus termenul de "fizică postmodernă" pentru a descrie dilema

curentă a fizicienilor. Nambu sugerează aplicabilitatea caracterului postmodern nu doar domeniului criticii literare, ci şi fizicii. Până la începutul epocii atomice, a fost întotdeauna posibilă testarea directă a unei teorii ştiinţifice. O teorie formulează anumite predicţii şi permite efectuarea de calcule care pot fi ulterior comparate cu datele obţinute în urma unor observaţii şi experimente. Numai că în cazul unei teorii cum este cea a superstringurilor se lucrează cu entităţi cuantice care există într-un spaţiu multidimensional şi la distanţe incredibil de mici. Testarea predicţiilor altor teorii unificatoare ar presupune generarea unor energii apropiate de cele existente în momentul creaţiei Universului.

Este clar că nu există nicio modalitate prin care aceste teorii să poate fi vreodată testate în mod direct. Chiar dacă am redimensiona la scară planetară ori, mai mult, la scara întregului sistem solar cel mai mare accelerator de particule construit până în prezent de către fizicieni, coliziunile şi particulele pe care acesta le-ar putea genera nu ar avea nici pe departe magnitudinea evenimentelor discutate în aceste noi teorii grandioase.

Cu alte cuvinte, aceste teorii sunt imposibil de verificat în mod direct. Mai degrabă ele pot fi folosite pentru a face deducţii şi a trage concluzii pe marginea altor teorii. În locul formulării unei teorii fundamentale a realităţii care să poată fi testată, fizica se ocupă în prezent cu teorii despre teorii, ori chiar cu teorii despre teorii despre teorii. Doar la nivelul sub-teoriilor şi al sub-sub-teoriilor predicţiile teoretice pot fi testate.

Este o schimbare dramatică a concepţiei oamenilor de ştiinţă despre lume şi Univers. Ştiinţa s-a mândrit întotdeauna cu caracterul ei obiectiv şi cu posibilitatea de a interacţiona în mod direct cu natura prin intermediul unor experimente atent proiectate. Dar dacă nu pot fi generate energii suficient de mari pentru a testa o teorie a superstringurilor, atunci care mai este criteriul de identificare a adevărului ştiinţific? Vor fi teoriile analizate, asemenea poeziei şi artelor, pe baze estetice? Un poem de valoare are o structură unitară, fiecare cuvânt pare a se potrivi perfect în interiorul său, nu e nimic întâmplător în ceea ce îl priveşte, metaforele se împletesc armonios, sonoritatea cuvintelor şi multitudinea de sensuri ale acestora se completează reciproc. La fel, fizica postmodernă naşte întrebări precum: Cât de bine se încadrează elementele unei teorii în ansamblul acesteia? Sunt controversele născute inerent de teorie inevitabile? Presupunerile au o fundaţie solidă ori sunt oarecum arbitrare? Forma matematică de ansamblu a teoriei este una deosebit de elegantă?

nouă ordine în fizică - partea 1

Continuăm traducerea lucrării "De la certitudine la incertitudine" a lui David Peat cu episodul 29, prima parte a prezentării noii ordini din fizica postmodernă. Veţi afla despre distincţia pe care David Bohm o face între "ordinea implicită" şi "ordinea explicită" a universului.

O NOUĂ ORDINE ÎN FIZICĂ - PARTEA 1

Fizicianul american David Bohm (1917-1992) credea că eşecul prelungit de a unifica teoriile din fizică scoate la iveală limitele paradigmei ştiinţifice moderne. Ceea ce ne lipseşte nu este o idee genială ori o formulare matematică inedită. Cauza problemei este una mai profundă decât găsirea unei teorii care să unifice relativitatea şi mecanica cuantică. Iar rezolvarea implică schimbarea modului în care gândim despre lumea materială. Dacă e să-l citäm pe Bohm, avem nevoie de o *nouă ordine* în fizică.

În ciuda diferenţelor radicale dintre fizica lui Newton şi felul în care se comportă lumea subatomică, fizicienii continuă să opereze cu acelaşi tip de matematică pe care a utilizat-o şi Newton – coordonate spaţiale şi ecuaţii diferenţiale. Descrierea lumii cuantice cu o reţea clasică de coordonate înseamnă că nu s-au schimbat foarte multe de la paradigma folosită, pe de o parte, de către Descartes şi Newton şi, pe de alta, cea a lui Bohr şi Heisenberg. În teoria cuantică o reţea de coordonate implică faptul că spaţiul reprezintă un fundal peste care, complet separat, este pusă în scenă fizica. Particulele elementare se mişcă în spaţiu, dar rămân separate de acest fundal; astfel că există dualitate între spaţiu (ori spaţiu-timp) şi materie. Această dualitate îşi are originile încă în vremea lui Newton. Mai mult decât atât, din moment ce o coordonată este un punct adimensional, spaţiul trebuie să fie continuu. Dar cum oare poate fi conservată calitatea de continuitate a spaţiului, reducând totul până la distanţe infinitezimale, într-o lume cuantică discretă?

În cadrul unei teorii cu adevărat satisfăcătoare, atât spaţiu-timpul, cât şi materia trebuie să iasă la iveală drept limite ale unei realităţi mai profunde. Aplicată în limitele câmpurilor gravitaţionale slabe şi la viteze mici prin comparaţie cu cea a luminii, relativitatea generală ne oferă rezultate care nu se pot distinge de fizica newtoniană. Astfel că putem spune că, la limită, relativitatea generală include fizica lui Newton. La fel, pe viitor ar putea să fie dezvoltată o teorie mai cuprinzătoare care, la limită, va îngloba relativitatea generalizată şi mecanica cuantică. În locul încercărilor de unificare a relativităţii şi teoriei cuantice, în sensul tentativelor de a găsi un numitor comun între ele, aceste teorii ar ieşi la iveală „pe cale naturală" ca aspecte particulare ale unei teorii mult mai profunde.

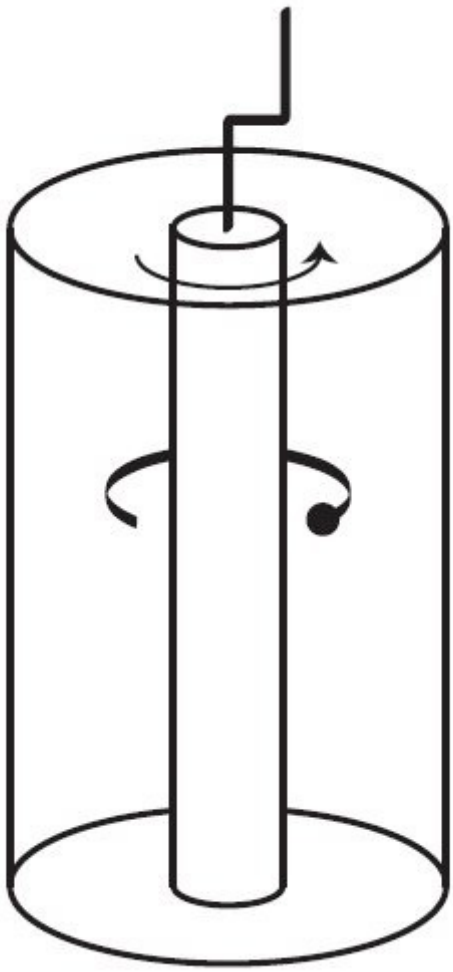
Au existat câteva abordări în această direcţie. Una dintre ele a fost reprezentată de încercarea matematicianului de la Oxford, Roger Penrose, care a pornit la drum cu unităţi cuantice fundamentale pe care le-a botezat „twistori". El a sperat ca din acest spaţiu de *twistori* să rezulte atât teoria cuantică, spaţiu-timpul, cât şi relativitatea generalizată. Din nou teoria nu a funcţionat decât până la un punct, iar Sfântul Potir al unificării a continuat să rămână inaccesibil oamenilor de ştiinţă.

La acest moment, o asemenea teorie, mult mai profundă, nu există. Bohm sugera că, mai întâi de toate, e nevoie de o nouă ordine în fizică. Aceasta ar presupune o transformare radicală a limbajului ştiinţific. Aşa cum am văzut în capitolul anterior ştiinţa recunoaşte doar formal ideile revoluţionare ale lui Niels Bohr, continuând să funcţioneze mai degrabă în maniera clasică, einsteiniană. Bohm a denumit acest univers clasic „ordinea explicită". Este vorba despre realitatea cotidiană în care putem vorbi despre spaţiu, timp, materie şi cauzalitate într-o manieră intuitivă. În acest univers familiar nouă, fiecare obiect are o poziţie clară în spaţiu. Obiectele interacţionează unele cu altele prin intermediul câmpurilor de forţă ori se mişcă prin spaţiu şi se lovesc unele de altele. Acest gen de realitate este foarte bine descris prin intermediul coordonatelor şi ecuaţiilor diferenţiale.

Lumea cuantică este profund diferită. Bohm a folosit termenul „ordine implicită" pentru a o descrie. În timp ce ordinea familiară nouă este caracterizată de *separare* şi *independenţă*, acest nou tip de realitate este una holistică şi înfăşurată. Logica aristotelică ne învaţă că dacă A îl conţine pe B, atunci B trebuie să fie în interiorul lui A. Dar în cadrul acestei ordini speciale, A îl include pe B în acelaşi timp în care A este inclus în B. Într-o lume ca cea cu care suntem obişnuiţi acesta ar fi un paradox, dar în această nouă lume ciudată este un lucru obişnuit.

În încercarea de a explica acest nou tip de logică, Bohm oferă câteva imagini simple care reuşesc întrucâtva să ilustreze natura acestei lumi "înfăşurate" ori a "ordinii implicite". Una

dintre acestea poartă numele de *experimentul picăturii de cerneală* (vezi imaginea de mai jos). Între doi cilindri se pune glicerină, cel interior putând fi rotit. Turnați o picătură de cerneală în glicerină şi rotiți lent cilindrul interior. Picătura începe să se răspândească de-a lungul unei linii. În continuare, această linie se răsuceşte împrejurul cilindrului interior până la un grad de atenuare atât de mare încât pare a dispărea. Picătura, care într-o ordine explicită este analoagă unui punct în spațiu, a devenit parte a unei realități implicite. Rotiți acum cilindrul în sens opus şi, dintr-o dată, ca într-un film derulat către înapoi, picătura reapare, ca din neant. Explicitul tocmai a fost scos la iveală din implicit.



Experimentul cu picătura de cerneală.

"Experimentul cu picătura de cerneală" al lui Bohm oferă câteva indicii cu privire la relația dintre ordinea implicită şi cea explicită. O picătură de cerneală este turnată în glicerină, iar cilindrul interior este rotit de *n* ori. Pe măsură ce fluidul se mişcă, picătura ia forma unui fir din ce în ce mai subțire, până la punctul în care pare că dispare, acoperită de glicerină. Când sensul de rotație al cilindrului interior este schimbat, după încă *n* rotații picătura reapare. Picătura inițială este analoagă ordinii explicite, în timp ce cea dispersată în glicerină poate fi asemuită ordinii implicite.

În următoarea etapă a experimentului, după *n* rotiri ale cilindrului, astfel ca picătura inițială să se fi "înfăşurat" în glicerină, o a doua picătură este adăugată foarte aproape de locul unde fusese prima, iar apoi se execută încă *n* rotiri. Procesul continuă cu alte picături suplimentare.

De această dată nu doar prima picătură devine parte a glicerinei, ci şi cea de-a doua picătură este înconjurată de prima, cea de-a treia în cea de-a doua, ş.a.m.d. Acum rotiți cilindrul în sens opus şi, ca mai înainte, prima picătură îşi va face apariția, urmată îndeaproape de a doua şi apoi de a treia. Dacă efectuăm rotirile cu viteza corespunzătoare pare că o picătură de cerneală călătoreşte în interiorul glicerinei. De fapt, efectul global este similar mai degrabă modului în care o particulă elementară se mişcă în interiorul unei camere cu ceață[1].

Este exact reprezentarea pe care Bohm o dă unei particule elementare: mai degrabă un *proces*, nu un *obiect*. Este vorba despre un proces continuu de transformare, apariție şi dispariție, un proces în care "particula" iese la iveală din totalitatea spațiului într-o regiune minusculă pentru ca apoi să "îmbrățişeze" din nou întreg spațiul. Dualitatea corpuscul-undă este explicată sub forma unor instantanee specifice (la un anumit moment localizate, la un altul dispersate) a ceea ce de fapt nu este un obiect spațial, ci un întreg proces.

În ceea ce priveşte această dispersare în totalitatea spațiului, gândiți-vă la ceea ce se petrece atunci când priviți cerul nopții. Lumina provenind de la nenumărate stele şi galaxii ajunge la nivelul pupilei ochiului uman pentru ca apoi să cadă pe retină. În acea mică regiune a spațiului sunt înfăşurate lumina şi informația provenind dinspre o vastă regiune a Universului.

O altă reprezentare a *ordinii implicite* este o hologramă. În cazul unei fotografii obişnuite fiecare punct de pe instantaneu corespunde unei anumite regiuni a scenei imortalizate pe peliculă. Aici avem o mână, acolo un ochi, altundeva un picior. Există o potrivire perfectă a punctelor din scena fotografiată cu cele de pe instantaneu. Holografia este complet diferită. Fiecare punct al scenei ilustrate într-o hologramă este codificat pe întreaga hologramă. De asemenea, în fiecare zonă a holoramei poate fi găsită informație despre întreaga scenă reprezentată în acea hologramă. Asta înseamnă că, dacă o bucată a holoramei este desprinsă de întreg şi vizualizată, este posibil să vedem întreaga scenă şi nu doar un singur fragment.

Aceste imagini simple, o picătură de cerneală, o hologramă ori lumina ajungând la nivelul ochiului, nu surprind pe de-a-ntregul bogăția ordinii implicite. Dacă e să ne folosim, doar pentru moment, de un limbaj "explicit", ordinea implicită este mult mai vastă decât cea explicită. Este asemenea unui ocean imens care se întinde dincolo de suprafața "explicitului". Deşi este întotdeauna posibil să scoatem la iveală anumite aspecte ale ordinii implicite prin intermediul celei explicite, niciodată nu va fi cu putință expunerea implicitului, pe de-a-ntregul, la un anumit moment. Deşi concepte precum "mai mare" ori "mai mic" nu se aplică în cadrul ordinii implicite, am putea spune totuşi, folosind un limbaj aproximativ, că ordinea implicită are capacitatea de a îngloba, de a include ordinea explicită, dar nu şi viceversa. Asta înseamnă că ceea ce în viața de zi cu zi ni se înfățişează drept obiecte separate, de fapt îşi au originile pe un teritoriu comun, astfel că păstrează conexiuni şi influențe reciproce, corelații al căror fundament se află în afara cauzalității ordinii explicite.

---

[1] *Într-o cameră cu ceață aerul purificat este suprasaturat cu vapori de apă. În condiții normale stropi foarte mărunți de apă ar putea condensa pe fire de praf pentru a da naştere unui nor în interiorul camerei. Totuşi, deoarece aerul este purificat, o asemenea condensare nu este posibilă. Dar atunci când o particulă elementară încărcată electric traversează camera cu ceață, aceasta se ciocneşte de atomi de oxigen sau azot (componentele aerului) şi desprinde unii dintre electronii acestora de nucleu, rezultând astfel ioni încărcați electric. Stropii mărunți de apă pot condensa acum în jurul acestor ioni. Traiectoria unei particule elementare este înregistrată prin intermediul liniei de stropi mărunți de apă care traversează camera cu*

ceață. Imaginea este analoagă urmei lăsate de picăturile de cerneală în exemplul cu doi cilindri al lui Bohm.

O nouă ordine în fizică - partea a 2-a

Continuăm traducerea lucrării "De la certitudine la incertitudine" a filozofului şi fizicianului David Peat cu partea a doua a capitolului dedicat noii ordini în fizică şi lămuririi conceptelor de "ordine explicită" şi "ordine implicită" introduse de fizicianul David Bohm.

Pentru a explica o parte din subtilităţile ideii lui Bohm am făcut apel la imagini şi metafore cu un caracter oarecum static. Noţiunile exprimate de Bohm se referă în întregime la procese ori la *holomişcare*; adică la mişcarea întregului. Pentru Bohm, *elementul fundamental* (dacă doriţi să îl numiţi astfel) ori "tot ceea ce există" ia forma unei mişcări neîntrerupte. În interiorul acestei mişcări poate fi descoperit un proces neîncetat de împachetare şi despachetare pe măsură ce diferite aspecte din ordinea implicită devin disponibile pentru un răstimp în ordinea explicită. Faptul că lumea noastră pare una stabilă nu înseamnă în primul rând că obiectele rămân fixe în universul nostru, ci mai degrabă semnifică faptul că aceleaşi tipare se regăsesc permanent, apărând iar şi iar, doar pentru a dispărea la fel de repede ca gândul. Minţile şi corpurile noastre vin în contact cu suprafaţa lucrurilor, dar şi cu aparenta stabilitate a lumii explicite, fără a conştientiza cu adevărat mişcarea perpetuă de dedesubt. (Este interesat de remarcat că multe practici meditative pun accent pe caracterul trecător al lucrurilor şi sugerează ideea că lumea se află într-o continuă pendulare între fiinţă şi nefiinţă.)

Ordinea implicită face lumină în jurul conceptului de *complementaritate* introdus de Bohr. Doar anumite aspecte ale sale pot fi făcute explicite, unul câte unul. Pe măsură ce unul este dat în vileag, trecând în explicit, altul este învelit din nou de implicit şi dispare. Astfel că ordinea implicită nu poate fi niciodată lămurită întru totul. Mai degrabă putem vorbi de perspective complementare, precum unda şi corpusculul, care ni se înfăţişează pe rând, aspecte care pot părea paradoxale în cadrul ordinii explicite familiare nouă.

La fel cum Bohr credea că acest caracter complementar are relevanţă mult dincolo de graniţele teoriei cuantice, la fel şi ordinea implicită capătă o semnificaţie mult mai largă, depăşind limitele fizicii. Într-adevăr, se pare că ideea a exercitat o atracţie imediată asupra scriitorilor şi artiştilor. Exponenţii artelor vizuale sunt preocupaţi de descoperirea unor modalităţi noi de a privi şi clasifica lumea. Începând cu impresionismul, pictorii au început să se detaşeze de constrângerile perspectivei lineare, geometrice, pornind în căutarea unor noi rânduieli pe tărâmul artelor. Cézanne, de pildă, şi-a dorit să descopere o nouă ordine în pictură, una care să accepte experimentele impresioniştilor şi care, în paralel, să păstreze rigoarea intelectuală caracteristică, de pildă, unui Poussin. A explorat structurarea formelor şi spaţiului în raport de culoare şi lumină, dar în acelaşi timp a lăsat loc şi unui simţ al ambiguităţii, permiţând, de exemplu, interpretarea unui petic de verde fie drept un copac aflat la semidistanţă, fie ca frunzişul din prim-plan.

Picturile lui Cézanne pot fi asemuite ordinii implicite din punct de vedere al acţiunii de a privi. Ca şi în cazul unei holograme, fiecare parte a desenului este lămurită şi îmbogăţită de toate celelalte zone ale pânzei. Portretul negustorului de artă Ambroise Vollard, care poartă semnătura lui Cézanne, a necesitat peste 100 de şedinţe. În cele din urmă opera a fost abandonată. Cézanne a lăsat zone ale mâinilor neterminate. A considerat că dacă ar începe să lucreze la acele zone ar trebui să refacă întregul tablou. Astfel, bâjbâind după o nouă ordine în

artele vizuale, Cézanne a intuit că şi cea mai neînsemnată zonă a pânzei este dependentă de întregul context.

O situație similară se aplică artei scrisului. Un roman sau o povestioară conțin imagini şi metafore, intriga principală şi intrigi secundare, protagonişti şi personaje secundare care depind unele de altele, se conturează reciproc, pentru a conferi formă operei în ansamblu. John Briggs a inventat termenul “reflectafore" pentru a exprima modul în care o metaforă poate căpăta o varietate largă de forme pe parcursul unei lucrări astfel încât structura sa internă să fie constant reinventată. La fel, într-o melodie ordinea întregii piese poate fi uneori anticipată, de parcă ar fi cumva împachetată în primele măsuri de pe portativ.

Psihoterapeuții ştiu că dacă sunt deosebit de pricepuți în meseria pe care o practică, în interpretările pe care le fac, desfăşurarea de ansamblu a terapiei se poate deduce din interviul inițial. Analistul Michael Conforti, adept al ideilor lui Carl Gustav Jung, pomenea de ceea ce el a botezat “câmpul arhetipal” ca fiind stabilit în timpul acestei prime întâlniri, de parcă pe parcursul acestor prime 50 de minute ar lua naştere un soi de domeniu de atracție, un câmp ce urmează să persiste de-a lungul perioadei de terapie ce se poate întinde pe o perioadă de luni şi chiar ani de zile. În schimb, ceea ce iese la iveală de-a lungul terapiei este adesea un aspect, comprimat în fiecare din sesiunile terapeutice, al tiparului asociat unei întregi vieți.

Într-adevăr, arhetipurile lui Jung au ele însele ceva în comun cu ordinea implicită a lui Bohm. Arhetipurile sunt principiile structurale care stau la baza comportamentului individual şi colectiv. Aceste principii structurale nu sunt niciodată percepute ori experimentate în mod direct, ci apar sub forma unor imagini şi mituri şi se manifestă în cadrul viselor şi ca modele comportamentale. Cineva visează o persoană, rătăcită într-o pădure întunecată, care întâlneşte un om cu părul cărunt care are în mână o hartă şi o busolă din plastic. Bărbatul din vis nu este un arhetip, ci un simbol particular, o manifestare a unui principiu structural arhetipal. Aşa cum nu e posibil ca cineva să experimenteze direct ordinea implicită a lumii, la fel nici arhetipurile nu pot fi “văzute” vreodată. Mai degrabă cineva poate întâlni formele lor manifeste sau ordinile explicite. Un analist de formație jungiană ar recunoaşte în bărbatul din pădure o manifestare particulară a arhetipului Bătrânului Înțelept şi ar începe să caute imagini similare în visele pacientului. Din moment ce astfel de reprezentări sunt universale în toate culturile, de mai mare interes ar fi detaliile explicite din vis. Acestea au fost adăugate ori create de subconştientul pacientului. De ce busola este din plastic şi nu din metal? Ce ar putea să spună acest detaliu despre relația pacientului cu terapeutul?

Din interiorul disciplinelor în care au activat, Bohm şi Jung au descoperit ordini ascunse care stau la baza organizării lumii din jurul nostru. În cazul lui Jung, arhetipurile ori principiile structurale ale subconştientului colectiv nu pot fi direct experimentate. Ele ni se înfățişează exclusiv prin intermediul manifestărilor lor în conştiința şi la nivelul subconştientului fiecăruia dintre noi. În cazul lui Bohm, implicitul poate fi dedus prin intermediul diferitelor manifestări şi reprezentări ale sale la nivelul ordinii explicite.

Arhetipurile şi ordinea implicită sunt mai puțin teorii despre lume şi mai degrabă principii explicative. Cu toate acestea Bohm şi-a dorit şi să dezvolte o teorie ştiințifică a lumii cuantice corespunzătoare şi această întreprindere implica şi conceperea unui limbaj matematic care să descrie ordinea implicită. Alături de colegul său, Basil Hiley, Bohm a studiat o algebră dezvoltată în secolul al XIX-lea de către William Kingdon Clifford, William Rowan Hamilton şi Hermann Günther Grassmann. Bohm şi Hiley, studiind caietele de notițe ale lui Grassmann, au manifestat un interes deosebit pentru faptul că această algebră a fost dezvoltată ca o “algebră

a gândirii". Era încercarea unui matematician de a explica modalitatea în care gândurile ies la iveală unele din altele şi curg unul după altul în cadrul unui proces dinamic. Cei doi fizicieni au fost impresionați de asemănările dintre ideile din teoria cuantică şi procesele care guvernează conştientul uman. În esență, prin intermediul matematicii timpul pătrunde în lumea fizicii într-o manieră cu adevărat dinamică.

O veritabilă teorie a ordinii implicite, una care ar putea, de pildă, să înlocuiască teoria cuantică, nu există încă, deşi cercetarea în acest domeniu a continuat după moartea lui Bohm. În ultimii ani de viață, Bohm a studiat şi noțiunea de informație ca o activitate concretă în cadrul universului. A numit-o "informație activă" şi credea că o teorie profundă a naturii nu ar trebui să separe mintea de materie.

Ideile lui Bohm semănau cu cele ale cercetătorului din domeniul neuroştiinței Karl Pribram. Acesta era adeptul unei teorii conform căreia creierul uman este structurat de o manieră similară unei holograme. Una din enigmele din domeniul anatomiei creierului uman a fost reprezentată de căutarea aşa-numitelor "engrame", unitățile fundamentale de stocare a amintirilor în locuri precise din creier. Pe hard-discul unui calculator fiecare unitate de stocare a datelor este depozitată la o anumită adresă, altfel spus într-o poziție anume pe dispozitivul magnetic respectiv. Dacă pe suprafața discului apar zone deteriorate, informațiile stocate în acele regiuni sunt pierdute definitiv. Totuşi, atunci când o persoană suferă un accident cerebral – ca urmare a unui accident vascular cerebral, a unor lovituri la nivelul capului ori de o manieră similară – amintirile nu se pierd. Mai curând am putea spune că lucrurile se petrec ca şi cum informația ar fi distribuită nespecific, de la un capăt la celălalt al creierului uman.

Ideea memoriei distribuite, alături de studiul său cu privire la conexiunile inter-neuronale, l-a condus pe Pribram la concepția conform căreia creierul uman funcționează similar unei holograme, împachetând, stocând şi recuperând informația de la nivelul întregului creier. Asta înseamnă că universul descris de ordinea implicită al lui Bohm este perceput prin intermediul unei minți holografice. Realitatea originară, plecând de la atomi până la creier, aparține unei ordini implicite, dar, din motive legate de supraviețuire, noi creăm ori, mai bine zis, proiectăm în exteriorul nostru o lume caracterizată de o ordine explicită guvernată de cauzalitate, localitate, interacțiune, spațiu şi timp.

Am început acest capitol căutând fundamentele materiei. Am descoperit o ordine implicită mult mai aproape de "esența lucrurilor" despre care vorbeau filozofii Greciei antice decât de fizica mecanicistă a secolului al XIX-lea. Ordinea implicită nu reprezintă o fundație în sens material, ci un proces, o transformare constantă ori aşa-numita "holomişcare". În cadrul acestei mişcări lăuntricul şi exteriorul se unesc, minte şi trup, materie şi conştiință. Din acest proces răsar structuri specifice şi delimitări în timp şi spațiu, mereu în curs de ființare şi dispariție.

Odată cu apariția ştiinței s-a născut şi visul de a descoperi fundamentul ultim al realității pe tărâmul lucrurilor materiale, palpabile, precum atomii, moleculele şi particulele elementare. Se pare acum că toate acestea nu sunt decât manifestări ale unor procese fundamentale, ale principiilor de simetrie şi ale unor perpetue transformări.

Fizica indienilor Blackfoot

În acest episod David Peat face o trecere în revistă a similarităților care există în opinia sa între concepția despre univers, lume şi viață a populațiilor indigene nord-americane din statele Montana şi Alberta (indienii Blackfoot) şi ordinea implicită a lui David Bohm.

FIZICA INDIENILOR BLACKFOOT

Cu câțiva ani în urmă am scris o carte care prezenta lumea aşa cum este ea văzută prin prisma ştiinței occidentale, dar şi prin ochii unor anumite grupuri indigene nord-americane, în special fiind vorba aici despre populațiile Blackfoot din statele Montana şi Alberta. Blackfoot, ca şi alte populații Algonquin, trăiesc într-o lume care pare a fi foarte asemănătoare cu cea despre care am vorbit în ultima parte a secțiunii anterioare. Pentru ei lumea înseamnă o transformare, un flux continuu şi un proces. Timpul se repetă ciclic şi nimic nu rămâne fix. În locul stabilității, trăiniciei obiectelor şi instituțiilor din lumea noastră, populația Blackfoot are ceremoniale ale renaşterii. Prin desfăşurarea unor asemenea ceremonii este posibilă reînnoirea celor create prin intermediul fluxului continuu care guvernează lumea, nu în vreo manieră bine stabilită, ci oarecum similar unui vârtej de apă care există doar în virtutea apei care curge prin el.

În timp ce lumea occidentală, în special ştiința vestică, preface universul într-o serie de concepte care ulterior pot fi manipulate mintal, asemenea noțiuni nu apar prea uşor în limbajul indienilor Blackfoot. Filozofia lor se raportează mai degrabă la lucruri particulare decât la colecții de obiecte similare ori la idei pe marginea unor concepte fixe. La fel, numele lucrurilor nu sunt permanente. Numele unei persoane se schimbă de câteva ori pe parcursul vieții pentru a reflecta corespunzător faptele şi atitudinile respectivului individ. Într-adevăr, în timp ce noi considerăm personalitatea multiplă o anomalie psihică, indienii Blackfoot ar găsi că cineva care crede că are un singur ego, mai mult sau mai puțin stabil pe parcursul vieții sale, ar pierde din bogăția de posibilități pe care o oferă existența umană.

În locul legilor imuabile şi al organizațiilor, indienii Blackfoot dezvoltă rețele de relații cu toate lucrurile, inclusiv roci şi copaci, precum şi înțelegeri care au fost negociate de strămoşii lor cu spiritele şi energiile cosmosului. Într-o lume a continuei transformări fiecare persoană are obligația de a reînnoi aceste relații şi înțelegeri. Astfel că lumea Blackfoot este una a ceremoniilor şi responsabilității, cât şi a recunoaşterii caracterului fundamental schimbător al vieții. Cât de diferită este viziunea lor despre realitate de cea care a dat naştere vastelor organizații, multinaționalelor şi birocrațiilor guvernamentale din lumea noastră!

Deocamdată, înțelesul profund al teoriei cuantice şi al acestei realități de tip proces nu a pătruns în cultura noastră. Totuşi, lumea populațiilor Blackfoot ne arată că o societate poate funcționa şi într-un asemenea univers, guvernat de procese, fluxuri şi incertitudine. Vom afla mai multe detalii despre lume şi relația sa cu limbajul în următorul capitol.

Incertitudinea limbajului-1

Suntem cu toți filozofi. Într-un anume moment în viață punem cele mai profunde întrebări posibile pentru o ființă umană. Cine suntem? De unde venim? Încotro mergem? Care este sensul vieții? Are timpul un sfârşit? Care este acțiunea corectă?

CAPITOLUL IV - LIMBAJUL

Ce înseamnă să fii liber? Cum ar trebui să mă comport față de ceilalți? Care este semnificația morții?

De la începutul istoriei cunoscute filozofii şi înțelepții religioşi din toate culturile au dezbătut aceste întrebări. Unele culturi au oferit răspunsuri bazate pe religie şi pe revelații mistice. Altele au creat sisteme complexe de gândire. Unii filozofi au răspuns acestor întrebări cu alte întrebări. Alții au căutat să ducă munca până la capăt şi au dorit să creeze o operă care să conțină toate întrebările şi răspunsurile la acestea.

Unele sisteme religioase şi filozofice abordează problematica în mod poetic, căutând să exprime transcendentul. Altele, în special în Vest, expun obiectivele cu claritate şi într-o manieră directă. Pe de altă parte, unele opere filozofice au devenit dense şi complicate, întrucât filozofii s-au străduit să exprime inefabilul în cuvinte, forțând limbajul în încercarea de a rezolva sarcini pentru care nu era adaptat.

Astfel am ajuns la o altă întrebare importantă: cum este posibil să spunem ceva care să însemne ceva? Cum ne înțelegem atunci când vorbim despre lume? Cum putem să comunicăm esența a ceea ce simțim şi gândim? Cum putem vorbi într-o asemenea manieră, încât să nu fim greşit înțeleşi? Care este calea corectă pentru a folosi limbajul?

Leibniz a susținut că o limbă rațională şi "ideală" ar trebui folosită numai în argumentările filozofice. Discuțiile studenților despre liberul-arbitru, conştiință, moralitate şi aşa mai departe se blochează rapid în confuzie privind definirea termenilor folosiți. "Eu vorbesc despre un lucru, iar tu despre altul" spunem. "Hai să definim termenii întâi de toate, ca să fim de acord asupra conceptelor folosite". Astfel discuția se mişcă într-o altă direcție, în încercarea de a defini *liberul-arbitru* ori *conştiința* ori ceea ce înțelegem prin *bunătate*. Dar odată ajunşi la un acord, avem senzația că nu am rezolvat problema şi că în continuare vorbim despre lucruri în mod subtil diferite.

Leibniz a înțeles aceste dificultăți foarte bine. El a propus ca filozofii să adopte un limbaj în care toți termenii să fie întâi definiți în afara oricărei ambiguități. Dacă picăm de acord asupra a ceea ce înseamnă "libertate", "moralitate", "cauzalitate", "timp", "spațiu" ş.a.m.d. şi suntem atenți să folosim termenii în acord cu definițiile date, atunci putem discuta într-o manieră logică. În acest fel ajungem la un nivel de certitudine şi ne eliberăm de ambiguitate şi confuzie.

Odată ce un atare limbaj a fost pus la punct, controversele filozofice pot fi închise, pas cu pas, iar marile întrebări ale filozofiei îşi pot găsi răspunsurile. În felul acesta filozofia ar ajunge la un acord general privind ceea ce se cunoaşte şi ceea ce nu se poate şti. În locul numeroaselor şcoli de filozofie am avea claritate. Filozofia ar pune o graniță în jurul a ceea ce poate fi spus, ceea ce poate fi cunoscut şi ceea ce putem spune cu certitudine. În afara acestor granițe vor rămâne întrebările la care nu s-a găsit un răspuns şi incertitudinile. Dar înăuntrul acestor granițe solul va fi curat şi fără bălării.

Incertitudinea limbajului-2

În episodul nr.33 din istoria ştiinţei şi a ideilor în secolul al XX-lea, continuăm să vorbim despre limbaj, despre căutarea unui limbaj care să răspundă nevoii de a vorbi clar, concis şi fără ambiguităţi despre natură. Este limba capabilă de claritatea ultimă?

Un contemporan al lui Leibniz, satiricul Jonathan Swift, este cel care a indicat o slăbiciune evidentă a marelui plan leibnizian. Observaţia acestuia va fi preluată trei secole mai târziu de către Ludwig Wittgenstein. Swift a indicat că visul privind realizarea unui limbaj ideal este impresionant, dar nerealizabil.

În Călătoriile lui Gulliver, protagonistul vizitează marea academie a lui Lagadu, unde profesorii de limbă eliminaseră totul, exceptând substantivele, "pentru că în realitate toate lucrurile imaginabile nu sunt nimic altceva decât substantive", iar "orice cuvânt pe care îl pronunţăm reprezintă într-o oarecare măsură o diminuare a plămânilor noştri prin corodare".

Atunci când, în satira lui Swift, doi filozofi doresc să dezbată un subiect, ei trebuie să evite orice ambiguitate şi inconsistenţă logică. Ei vin la locul dezbaterii purtând saci enormi. În loc să utilizeze cuvinte, primul filozof începe dezbaterea scoţând un obiect din sacul său, pentru ca, în replică, al doilea filozof să scoată obiectul potrivit din sacul său. Astfel nu este posibilă nicio ambiguitate ori confuzie - o carte este o carte, o cărămidă este o cărămidă, iar ambiguităţile inerente cuvintelor şi limbajului sunt ocolite.

Problema este că, în acest fel, cei doi filozofi nu prea au ce să discute. Satira lui Swift expune astfel slăbiciunea intrinsecă a visului lui Leibniz. Dacă dorim să eliminăm orice confuzie, trebuie să folosim o limbă pură, una în care orice subtilitate ori adaos de înţeles trebuie să fie înlăturate, astfel încât fiecare cuvânt să fie folosit pentru un singur scop. În acest fel limbajul devine foarte strict. Pe de altă parte, dacă dorim să discutăm cele mai adânci probleme ale vieţii, atunci avem nevoie de limbajul uman cu toată bogăţia acestuia şi abilitatea de exprima metafore şi de a tolera ambiguitatea şi paradoxul.

Aceasta este situaţia de dubiu cu care avem de-a face în acest capitol. Dubiul cu care ne confruntăm este următorul: ne dorim certitudine cu orice chip ori acceptăm o lume care are diverse grade de incertitudine şi ambiguitate?

În capitolul al II-lea am vorbit despre căutarea certitudinii şi a completitudinii în matematică a lui Bertrand Russell. El a fost, de asemenea, un pion activ în discuţiile privitoare la natura limbajului. Russell a reacţionat cu vigoare faţă de o mişcare filozofică britanică denumită Idealism. Referindu-se la marele sistem filozofic al lui Hegel, acesta a afirmat că întregul edificiu filozofic, aşa cum este cazul cu multe sisteme metafizice, a fost creat pornindu-se de la o eroare logică.

1. În prima sa lucrare filozofică importantă, O expunere critică a filozofiei lui Leibniz (1900), Russel arată că argumentele metafizice sunt rezultatul modului în care limbajul împarte lumea în subiect şi predicat.

2. Ca reacţie la Idealism, Russell a dorit să dezvolte o filozofie de maximă claritate, denumită "atomism logic". Ideea lui a fost să înceapă cu lucrurile pe care le ştim cu certitudine despre lume. În esenţă este vorba despre afirmaţii ştiinţifice. Russell a aşezat la baza sistemului său aceste afirmaţii. Le-a numit "atomi logici". Aşa cum moleculele sunt formate din atomi, iar

lumea înconjurătoare din molecule, la fel atomismul logic urma să fie o filozofie clară, coerentă şi raţională, formată din combinaţia atomilor logici. Procedând în acest fel, Russell a sperat să ajungă la afirmaţii despre Univers care să nu conţină inconsistenţe logice ori confuzii.

După cum s-a văzut ulterior, chiar unul dintre elevii lui Russell, Ludwig Wittgenstein, este cel care a demonstrat inutilitatea unui atare demers. Deşi, până la un anumit punct, limba poate fi strunită prin rigorile logicii, prin abilitatea sa de a se angaja în lansarea de metafore, de a tolera ambiguitatea şi de a tolera paradoxul şi multiplicitatea, limbajul este mai adecvat pentru a spune glume, a vorbi despre iubire, a cânta pentru copii, a schimba bârfe, a face rugi ori a spune poezii, decât să discute filozofia naturii.

Putem încerca să regularizăm şi să restricţionăm limbajul, dar imediat ce începem să vorbim, acesta scapă de sub control şi îşi urmează calea sa. Respingând marele proiect al limbajului al lui Russell, Wittgenstein şi-a făcut propriul program pentru filozofie, unul care a avut o mare influenţă asupra gândirii până în zilele noastre. În esenţă, demonstrând multele modalităţi în care limbajul funcţionează, Wittgenstein a stabilit o formă de terapie pentru filozofi pentru a-i ajuta pe aceştia să scape de dilemele pe care şi le-au creat.

Incertitudinea limbajului-3

În acest episod al cărţii "De la certitudine la incertitudine" de David F. Peat, vorbim despre Ludwig Wittgenstein; facem o scurtă trecere în revistă a vieţii lui şi ne oprim asupra ideii acestuia privind relaţia dintre limbaj şi realitatea înconjurătoare.

Mediul familial

Personalitatea şi abordarea lui Ludwig Wittgenstein sunt atât de deosebite, că merită să petrecem câteva minute pentru a povesti istoria vieţii acestuia, întrucât opera unui creator nu poate fi separată de istoria personală. Witgenstein s-a născut într-o familie cultă şi bogată în Viena lui Gustav Mahler, Sigmund Freud, Arnold Schoenberg, a poveştilor lui Arthur Schnitzler şi a arhitecturii lui Adolph Loos. Johannes Brahms vizita în mod regulat casa lui Wittgenstein, iar Ravel i-a dedicat *Concertul pentru pian pentru mâna stângă* fratelui lui Ludwig, Paul, care fusese rănit în Primul Război Mondial.

Wittgenstein a studiat acasă până la vârsta de 14 ani, atunci când a plecat la Linz. Planul său de a studia fizica cu *Ludwig Boltzmann* a fost zădărnicit de sinuciderea fizicianului. În loc să studieze fizica, Wittgenstein s-a înscris la Universitatea Manchester, iar în anul 1908 a început să studieze aeronautica. Încercările de a proiecta un nou tip de propulsor presupuneau o bună cunoaştere a matematicii, aşa că interesul său s-a mutat către fundamentele acestei ştiinţe.

Portret Wittgenstein
credit: brunnhilde.deviantart.com

Întâlnirea cu Russell

La acel moment opera lui Bertrand Russell intitulată *Principiile Matematicii* era deja publicată, aşa că Wittgenstein a început să citească Russell şi Frege. De asemenea, el s-a mutat la Cambridge în 1911 şi a învăţat rapid tot ceea ce Russell putea să-l înveţe. Wittgenstein i-a părut lui Russell un tânăr cu un intelect formidabil, dar chinuit şi bântuit din când în când de gândul sinuciderii. După doi ani petrecuţi cu Russell, Wittgenstein s-a mutat la o fermă în Skjolden, Norvegia. A rămas acolo, gândind la probleme filozofice, până la izbucnirea Primului Război Mondial, când s-a înrolat ca voluntar în armata austriacă. Wittgenstein devenise deja un critic al atomismului logic al lui Russell.

Russell a adus contribuţii importante în domeniul matematicii şi a fost o figură binecunoscută publicului larg. Ca filozof însă, reputaţia sa nu era una foarte solidă. Acesta dispunea de uşurinţa scrisului şi nu se temea să expună filozofia într-un mod clar şi într-un limbaj accesibil, de popularizare, trăsături care nu se potriveau prea bine cu canoanele lumii academice, cel puţin în lumea anglo-saxonă. Pentru critici, claritatea minţii lui Russell conţinea un dezavantaj. Russell putea ajunge cu uşurinţă la miezul oricărui subiect, cu mare convingere, dar risca să piardă din vedere subtilităţile problemei în discuţie.

Relaţia limbajului cu realitatea

Wittgenstein, dimpotrivă, era atent la subtilităţi. În timp ce Russel se ocupa în continuare de atomii săi logici, Wittgenstein, în exilul său autoimpus, se întreba: cum pot afirma ceva? Cum poate o afirmaţie înseamna ceva? Care este relaţia limbajului cu lumea? Ce poate fi spus ori cunoscut şi ce nu poate fi spus? El şi-a notat gândurile în caiete pe care le-a purtat pe frontul de este şi pe cel italian.

În 1914 Wittgenstein a avut o revelaţie despre natura limbajului. Povestea spune că în timp ce citea despre un caz juridic în care era vorba despre un accident de maşină, pentru a ilustra elementele cazului a folosit maşini, drumuri şi case în miniatură. Această aranjare a lucrurilor l-a dus pe Wittgenstein la revelaţia că motivul pentru care acest model funcţionează este acela că fiecare element din aranjament - maşină, drum ori casă - corespundea ori indica un element din lumea reală. Nu era vorba despre corespondenţa dintre maşinile de jucărie şi cele din lumea reală, ci de ceva mai general. Aranjarea obiectelor în miniatură corespundea aranjării lucrurilor în lumea reală. Astfel că Wittgenstein a ajuns la concluzia că limbajul funcţionează pentru că reprezintă o imagine a realităţii. Dacă facem o afirmaţie ca "pisica aleargă după şoarece", fiecare cuvânt corespunde unui obiect din lumea reală. Mai mult decât atât însă, aranjarea cuvintelor în afirmaţie corespunde unei anumite stări de lucruri în realitate. Acesta este motivul, a afirmat Wittgenstein, pentru care limbajul are înţeles şi ne permite să afirmăm unele lucruri despre lumea în care trăim.

Incertitudinea limbajului-4

Wittgenstein a petrecut restul războiului ca prizonier al italienilor, dar a fost suficient de norocos ca să aibă "caietul logico-filozofic" în rucsac la momentul capturării sale. I l-a trimis lui Russell, care a scris o introducere şi a aranjat ca acesta să fie publicat.

Filozoful G.E. Moore i-a dat titlul pompos de *Tractatus Logico-Philosophicus*.

Wittgenstein a obiectat atât de puternic la introducerea lui Russell, considerând că este vorba despre o interpretare greşită a textului său, că practic a ignorat complet actul publicării operei sale. În mod constant de-a lungul vieții sale Wittgenstein a considerat că este înțeles greşit, chiar şi de proprii studenți. Nu a crezut nici măcar că lucrurile se vor schimba în viitor, simțind că scrie pentru oameni care ar avea nevoie de un alt tip de minte pentru a-l înțelege.

Cartea lui Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus,* este una dintre cele mai scurte opere din istoria filozofiei, dar, cu toate acestea, una dintre cele mai importante din secolul al XX-lea. În doar 75 de pagini cu afirmații scurte şi numerotate Wittgenstein a separat ceea ce poate fi spus de ceea ce nu poate fi spus şi, prin urmare, trebuie trecut sub tăcere.

Expresiile din carte stabilesc corespondența dintre limbaj şi lume. Opera începe cu următoarea propoziție: "Lumea este tot ce se petrece". Continuă folosind propoziții, subpropoziții şi sub-subpropoziții, fiecare identificate riguros cu ajutorul numerelor, pentru a stabili ceea ce poate fi spus într-o manieră cât mai clară.

Aşa cum era cazul şi cu *atomii logici* ai lui Russell, afirmațiile lui Wittgenstein, ceea ce se putea spune clar despre lume, sunt foarte apropiate de aserțiunile ştiințifice. Conform filozofului, aceste afirmații reprezintă tot ceea ce se poate spune despre lume. Pe de altă parte, noi oamenii nu rostim în mod normal după modelul ştiințific. Dorim să vorbim despre speranțele, dorințele ori temerile noastre. Vrem să ştim ce înseamnă această lume, dacă are un scop şi cum toate acestea sunt legate de valorile vieții noastre.

Dar Wittgenstein era de părere că aceste opinii neştiințifice nu pot fi afirmate în mod clar, în aşa fel încât să se poată identifica un fenomen corespondent în lume. Astfel, spune el, "sensul lumii se situează în afara lumii". Tractatus-ul afirmă că "Lumea este tot ce se petrece", totul lume este *în* lume, iar ceea ce se întâmplă în lume, *se întâmplă*. Dar să te întrebi despre valorile şi înțelesul lucrurilor înseamnă să te ocupi de ceva exterior Universului. Astfel, pentru Wittgenstein, înțelesul Universului *nu* este un fapt *din* Univers. Acest lucru înseamnă că aproximativ tot ce este filozofie - etica, natura libertății, rolul conştiinței ş.a.m.d. - nu poate fi spus sub forma unor propoziții care să poată fi judecate ca adevărate ori false.

Să luăm, de exemplu, moartea, comună tuturor. Wittgenstein afirmă că "Moartea nu este un eveniment care să țină de viață. Moartea nu poate fi trăită". Şi astfel Wittgenstein îndeamnă filozofia "să spună doar ceea ce poate fi spus". Dar ce ne facem cu acea măreață tradiție filozofică ce merge înapoi către Grecia Antică: *căutarea adevărului*? Adevărata sarcină a filozofului, crede Wittgenstein, nu este să facă declarații mărețe despre lume, ci să lămurească acele confuzii logice care apar din cauza modului în care funcționează limbajul.

Să luăm un exemplu simplu: pot spune "zăpada care fierbe" ori "cercul pătrat" fără a încălca regulile gramaticii. Limba română îmi permite să afirm asemenea lucruri, chiar dacă ele nu au sens. Conform lui Wittgenstein toate marile dezbateri ale filozofiei (despre liberul-arbitru, conştiință, originile moralei, cauzalitate şi categoriile spațiului şi timpului) sfârşesc prin a conține confuzii de limbaj asemănătoare. Datoria filozofiei este aceea de a fi atentă la confuziile de limbaj şi să le înlăture.

Este ca şi cum Wittgenstein a stabilit limite limbajului şi a spus "tot ce este în interiorul acestor limite aparține filozofiei, tot ce este dincolo de ele aparține misticismului, poeților şi îndrăgostiților, nereflectând realitatea".

Dar dacă punem întrebarea referitoare la sensul a tot ce există? Aici Wittgenstein cochetează cu misticismul. Marele mister nu este "cum este lumea", ci "că este", afirmă acesta. Şi aşa cum este cazul când vorbim despre viaţa eternă, nu este oare adevărat că viaţa noastră prezentă, timpul pe care-l petrecem aici pe Pământ, este la fel de misterios ca orice speculaţie despre viaţa eternă?

Dar să presupunem că o persoană neiniţiată într-ale filozofiei nu va accepta lucrurile astfel. Să presupunem că această persoană cere mai mult de la filozof şi îi spune "Ai o slujbă confortabilă într-o universitate. Nu trebuie să faci prea multe, stai şi gândeşti. Aşa că dă-ne răspunsuri şi opreşte-te din a vorbi complicat despre limbaj". La o atare abordare Wittgenstein răspunde că un filozof onest are obligaţia de a demonstra că asemenea întrebări profunde nu au niciun înţeles, vorbind riguros. Da, este de acord filozoful, un novice are dreptul să fie critic, dar poate că nu are niciun sens să mai filozofăm, altul decât acela de a încerca să lămurim confuziile. Poate că nu mai este nimic de spus pentru un filozof - restul trebuie să rămână pentru un Shakespeare ori pentru un Goethe. Poate că este timpul că filozofii să renunţe la poziţiile lor oficiale şi să-şi găsească ocupaţii mai folositoare. La urma urmelor, Spinoza şi-a asigurat traiul şlefuind lentile.

Incertitudinea limbajului-5

Ca un maestru Zen, Ludwig Wittgenstein a dus filozofia către limitele acesteia, până la punctul desfiinţării. Dar în final putem obiecta faţă de metoda lui, arătând că filozoful nu este mai mult decât un ins cu o putere nemaipomenită de convingere.

Dacă tot ceea ce se poate spune cu certitudine sunt afirmaţiile ştiinţifice, atunci cum am ajuns la *Tractatus* şi la sentinţele acestuia despre ghicitori şi limitele limbajului? De unde au apărut toate acestea? Wittgenstein este de acord cu aceste obiecţii. Dacă cineva l-a înţeles cu adevărat, acesta va realiza că ceea ce Wittgenstein a afirmat este într-adevăr fără sens. Cuvintele acestuia nu au fost alt lucru decât o scară folosită pentru atingerea unui anumit punct. Cititorul care l-a înţeles realmente trebuie să arunce scara după ce a urcat-o. Pentru că atunci când vede lumea în mod corect, atunci poate renunţa complet la afirmaţiile lui Wittgenstein. După cum se afirmă în Tractatus, la final: "Despre ceea ce nu se poate vorbi trebuie să se tacă".

Wittgenstein a atins certitudinea în privinţa a ceea ce poate fi spus, dar cu un preţ foarte mare. Toată viaţa s-a luptat pentru a rămâne onest cu sine-însuşi şi faţă de filozofia sa. El şi-a urmat propriul sfat şi şi-a trimis manuscrisul lui Russell, "pensionat" din lumea filozofiei, deşi s-a întâlnit, din când în când, cu filozofi ce au dorit să-i vorbească.

Wittgenstein s-a dedicat acum studiului scrierilor religioase şi despre etică a lui Tolstoi şi a recitit Biblia. După ce a fost eliberat dintr-un lagăr de război şi-a donat întreaga sa avere - considerabilă - pe care o moştenise de la tatăl său şi şi-a luat o slujbă de profesor în câteva sate austriece.

Până în 1925 neînţelegerile pe care le-a avut cu sătenii şi unii profesori l-au convins să demisioneze. S-a gândit să intre într-un ordin mănăstiresc şi pentru o vreme a lucrat ca asistent de grădinar. În 1926 a proiectat şi construit o vilă în Viena pentru una dintre surorile sale şi dacă ar fi continuat pe această cale ar fi putut să facă o carieră de succes ca arhitect.

Apoi, în 1929, la vârsta de 40 de ani, Wittgenstein a decis să se întoarcă la filozofie la Universitatea din Cambridge. Această schimbare e posibil să fi fost generată de participarea la o lectură a lui L.E.J. Brouwer, despre *fundamentele matematicii*. În mod ironic, pentru că nu terminase studiile doctorale, mare filozof Wittgenstein a fost obligat să se înregistreze ca student. Un an mai târziu, totuşi, a deveni profesor la Colegiul Trinity, Cambridge.

Wittgenstein s-a întors la filozofie pentru că realizase că mai erau lucruri de spus despre limbaj. El nu a căutat, cu toate acestea, să mai publice vreo operă importantă, să realizeze un sumar al gândirii sale ori să creeze un sistem filozofic. Restul anilor i-a petrecut ca filozof vorbind studenților. În ceea ce privește viața academică, acesta i-a acordat puțină importanță, refuzând, de exemplu, să mănânce la Înalta Masă (o masă specifică universităților de prestigiu englezești unde aveau dreptul să stea profesorii. n.t.). O poveste spune că Wittgenstein şi-a adus propria masă în sala de mese pentru a putea să mănânce fără a fi obligat să vorbească cu ceilalți profesori.

Nu ținea prelegerile în sala de predare, ci în săli cu mobilier puțin, unde studenții puteau aduce scaune şi perne. Nu preda teme bine-cunoscute şi nu explica principii filozofice. În schimb vorbea fără notițe, gândind cu voce tare în fața studenților. Wittgenstein făcea cercetare filozofică pe loc, în fața auditoriului, ajungând în mod constant la noi rezultate. Uneori se critica pentru că era încet ori stupid ori avea lungi momente de tăcere. Alteori era un pasionat interlocutor. Provoca grupul de studenți să răspundă la o anumită întrebare, care ducea, mai departe, la alte întrebări. Când era nemulțumit ori chiar deprimat de lecturi, îi cerea câte unui student să-l acompanieze la un film, unde stătea în primul rând, pentru a fi absorbit complet de acțiunea acestuia.

Una dintre zonele explorate de Wittgenstein a fost aceea a *limitelor teoriei sale timpurii a limbajului*, conform căreia cuvântul indică un lucru din lume. Filozoful a relatat multe anecdote legate de această teorie studenților şi prietenilor. O istorie se referă la încercarea lui Wittgenstein de a-i explica unui economist italian, P. Sraffa, că o propoziție trebuie să aibă aceeaşi formă logică ca evenimentele pe care aceasta le descrie. Există mereu o gramatică anume a propozițiilor. În replică, Sraffa a făcut un gest familiar de dispreț, întrebând "Care este forma acestui gest?". Wittgenstein a fost uimit, pentru că în timp ce gestul are un înțeles foarte clar, el nu corespunde niciunui lucru din lume.

Apoi, pe timpul întâlnirilor sale cu studenții, el a început să exploreze bogăția şi complexitatea limbajului. El a arătat că *înțelesul* are mai puțin de a face cu descrierea realității; mai degrabă *înțelesul* are de-a face cu înțelegerea diferitelor moduri în care limbajul este folosit şi a modului în care limbajul funcționează.

În *Tractatus* Wittgenstein a ridicat o barieră în jurul a ceea ce poate fi spus cu claritate. Acum el a realizat că pusese limite limbajului şi interferase cu libertatea acestuia. Cu toate acestea, parte din argumentația sa originală rămăsese validă: în loc să încerce să ajungă la adevăruri universale, filozofia ar trebui să indice non-sensul, să rezolve confuzii şi să fie mereu clară în privința limbajului. Filozofia "nu va atinge niciodată esența adevărului despre lume".

Wittgenstein nu a fost deloc sigur dacă există adevăruri ascunse care ne-ar putea vorbi despre adevărata natură a *minții*, a *justiției* ori a lui *Dumnezeu*. Aşa cum Niels Bohr s-a întrebat dacă există o realitate atunci când mergem la nivelul subatomic, Wittgenstein s-a întrebat dacă anumite adevăruri filozofice pot fi considerate că există.

Incertitudinea limbajului-6

În investigarea multelor moduri în care folosim limbajul, Wittgenstein a preferat să aleagă exemplul jocului. Să ne imaginăm o ființă sosită de pe Marte şi care întreabă: "Ce este un joc?" Pornim televizorul şi îi arătăm un meci de fotbal şi unul de baseball.

"Aha", va spune marțianul, "atunci o dezbatere în Camera Comunelor trebuie să fie un joc, pentru că sunt 2 echipe, un set de reguli, o echipă câştigă şi alta pierde". Ca replică, îi indicăm un copil jucându-se în stradă şi îi dăm marțianului o carte despre şah, spunându-i "acestea sunt, de asemenea, jocuri". Marțianul va fi confuz şi va pretinde să definim ce anume este jocul. Trebuie să aibă seturi de reguli şi strategii precise ca şahul? Trebuie să fie mereu două echipe ca baseball-ul? Şi dacă wrestling-ul este un joc, ce putem spune despre un dans într-o sală de bal? Orice joc implică o competiție între persoane ori echipe? Atunci ce putem spune despre Solitaire? Şi dacă Solitaire este un joc în care nu există alți participanți, sunt şi cuvintele încrucişate un joc? Dar tema de acasă de la matematică? Oare sunt implicați într-un joc acei oameni care activează pe bursă?

Îi arătăm marțianului alte jocuri diferite, spunându-i că o dezbatere ori o şedință de planificare nu sunt jocuri. Marțianul va spune "Dar trebuie să existe *o esență a jocului*. Trebuie să existe un criteriu precis care să ne ajute să înțelegem lucrurile şi să spunem: acesta este un joc, iar acesta nu este. Altfel de ce sunteți aşa de siguri că anumite activități sunt jocuri şi altele nu?".

Noțiunea de esență a jocului vine din vechime, de la Platon şi Ideile sale. Platon afirmă că există o Idee a scaunului, un fel de formă ideală, perfectă a scaunului, iar scaunele din natură sunt doar copii ale acelei Idei. Dacă nu am fi avut această Idee în minte, atunci cum am putea recunoaşte un scaun atunci când l-am vedea? Înseamnă că există o Idee a jocului, la care toate jocurile participă mai mult sau mai puțin?

Nonsens şi confuzie filozofică, spune Wittgenstein. Simplul fapt că dăm unui lucru un nume nu înseamnă că acesta corespunde unei singure clase definitorii pentru acel lucru. Nu există nici un super-joc în ceruri căruia toate jocurile pământeşti să i se conformeze. Vorbitul despre jocuri ajută la ilustrarea modului în care limbajul funcționează şi tipurile de confuzii ce pot apărea dacă nu suntem atenți.

Nu există nicio definiție standard a unui joc, nu există nicio clasă clar-definită în care toate jocurile să se încadreze perfect, iar tot ce este în afara acestei clase să nu fie joc. Cu toate acestea noi nu avem probleme atunci când vorbim despre jocuri şi să le distingem de alte activități care nu sunt jocuri. Limbajul se poate descurca cu toate acestea cu uşurință.

Wittgenstein a sugerat că, în cazul jocurilor, lucrurile funcționează prin intermediul a ceea ce el a numit "asemănare familială". Şahul şi damele seamănă unul cu altul. Ambele sunt jocuri, dar ele au ceva în comun şi cu fotbalul: două echipe avansând şi atacând. Mai departe asemănarea familială face conexiunea cu rugby-ul şi hockey-ul pe iarbă, toate acestea folosind mingea. Hockey-ul pe iarbă este apropiat cu hockey-ul pe gheață, care nu se joacă pe iarbă şi nu foloseşte o minge. Aceste jocuri au ceva în comun cu voleiul, două echipe şi o minge. Voleiul seamănă cumva cu tenisul şi badmintonul - acestea implică, de asemenea, mingi, palete şi plasă. De aici ne mutăm la *squash*, care nu are plasă, dar are minge şi paletă. În felul acesta, printr-o serie de relații, se ajunge la o întreagă rețea de jocuri fără a fi nevoie vreodată de o definiție exhaustivă a jocului ori invocarea clasei tuturor jocurilor.

Ceea ce este adevărat despre ideea de *joc* este la fel de adevărat despre *adevăr*, *frumusețe*, *libertate*, *minte*, *conştiință* şi *Dumnezeu*. Încercarea de a defini aceşti termeni ne conduce către dificultăți fără sfârşit, pentru că interferează cu libertatea esențială şi creativitatea limbajului. Dacă doreşti să ştii ce înseamnă un termen, sugerează Wittgenstein, atunci priveşte la ceea ce face. Priveşte la modurile multiple în care este folosit.

Wittgenstein a comparat un cuvânt cu manetele dintr-o cabină a unei locomotive. Într-un anumit sens, cuvintele sunt nişte manete. Dar fiecare manetă face ceva diferit. Pentru a şti totul despre manete este necesar să vedem cum sunt folosite manete diferite.

Wittgenstein sugerează că problemele apar în filozofie atunci când doi ori mai mulți filozofi folosesc acelaşi cuvânt, dar cu sensuri puțin diferite. Dacă ei folosesc termenul *libertate* ori *conştiință*, nu înseamnă în mod necesar că ei vorbesc despre acelaşi lucru. Fiecare va folosi cuvântul în moduri diferite şi alipindu-l la diferite aspecte pe baza *asemănării familiale*. Pe de altă parte, dacă ei încep prin a defini termenul apar alte probleme, pentru că modul în care limbajul funcționează presupune că un cuvânt scapă mereu definiției sale pe măsură ce este folosit în contexte multiple. Limbajul pur şi simplu nu poate fi restrâns ori restricționat. Dar asta nu înseamnă că nu ar trebui să fim foarte atenți la ceea ce spunem şi la modul în care limbajul este folosit în situații diferite.

Wittgenstein a continuat să investigheze o sumă de probleme referitoare la modul în care noi vorbim şi la felurile diferite în care noi spunem ceva. De exemplu, el s-a uitat la felul în care vorbim despre culori şi a întrebat ce s-ar întâmpla dacă un câine ar vorbi.

Despre filozofie Wittgenstein a afirmat că aceasta este cumva ca o cameră în care un om descoperă că se află blocat. În zadar încearcă să iasă pe fereastră ori pe coş. Abia când se întoarce descoperă că uşa era deschisă în tot acest timp.

În 1947 Wittgenstein a renunțat la postul său de la Cambridge, singura sa sursă de venit, pentru a-şi petrece ultimii ani în căsuțe simple de lângă Dublin şi apoi în Galway. Doar nevoia pentru tratament medical (avea cancer) l-a făcut să se întoarcă în Anglia, unde a murit în 1951.

Wittgenstein nu a publicat vreo operă importantă după întoarcerea la Cambridge; nu a construit nicio structură filozofică şi nu ajuns la nicio concluzie măreață care să poată fi predată la un curs filozofic. Abordarea lui a fost numită o *psihoterapie a filozofiei*, pentru că oferă o cale pentru a dezvălui confuziile filozofice. Contribuțiile sale filozofice de după *Tractatus* reprezintă compilații ale notelor luate pe timpul cursurilor sale ori ale celor scrise pe caietele sale. Abia după moartea sa din 1951 toate aceste gânduri ale lui Wittgenstein au fost publicate pentru a forma o remarcabilă parte a doua a operei sale.

Bohr despre inadecvarea limbajului

În acest episod din "De la certitudine la incertitudine" vorbim despre "întâlnirea" dintre limbaj şi o lume stranie dezvăluită de fizicienii începutului secolului al XX-lea, lumea mecanicii cuantice. Niels Bohr observă că limbajul uman este inadecvat descrierii universului cuantic.

Niels Bohr îl completează pe Wittgenstein în ceea ce priveşte înţelegerea limbajului în multe feluri, dar în mod special prin remarca sa conform căreia suntem suspendaţi în limbaj într-o asemenea măsură încât nu ne putem da seama unde este *sus* şi unde este *jos*. Wittgenstein, în perioada sa de început ca filozof, a argumentat că filozofia poate vorbi într-o manieră clară doar despre ceea ce este *în* lume. Prin urmare, ar trebui să evite să facă afirmaţii despre lume, ca de exemplu despre *înţelesul lumii* ori despre *natura vieţii* şi a *morţii*. Bohr, la rândul lui, a restrâns limitele *lumii*.

Noi, fiinţele umane, suntem creaturi de o anumită dimensiune şi cu vieţi de o durată anume; limbajul nostru a evoluat pentru a reflecta aceste condiţii. Suntem atât de profund prezenţi în propriul limbaj, încât nici nu mai putem recunoaşte că folosim concepte despre spaţiu, timp şi cauzalitate care aparţin lumii recepţionate la o scară mare, specifică nouă. Este o lume în care caracteristicile lumii cuantice au fost deja integrate de noi. Atunci când încercăm să vorbim despre lumea cuantică aplicăm modelele şi ideile noastre preexistente, dând astfel naştere la confuzii, pentru că instrumentele noastre de comunicare sunt nepotrivite pentru o asemenea lume.

Teoria imaginii din filozofia limbajului iniţială a lui Wittgenstein sugerează că noi suntem capabili să spunem lucruri pentru că limbajul indică lucruri din lumea reală. În schimb Bohr afirmă că nu există nimic în limbaj care să descrie universul cuantic. Desigur, Wittgenstein şi-a modificat poziţia faţă de limbaj, devenind mai flexibil; ceea ce afirmă Bohr despre ceea ce putem spune despre lumea cuantică încă pare să fie valabil astăzi.

Blackfoot şi Rheomode-1

Dar sunt toate limbile la fel? Ori unele furnizează un punct de intrare în lumea cuantică a transformărilor şi fluxurilor continue? În capitolul anterior am vorbit despre o societate (a indienilor Blackfoot) care se desfăşoară într-o lume a fluxului continuu.

Înseamnă asta că limba lor este diferită de a noastră şi poate mai adaptată pentru o discuţie a teoriei cuantice?

Bătrânii Blackfoot spun că modul în care ei vorbesc între ei este profund diferit de modul în care vorbesc cu non-nativii şi că modului lor original de a vorbi îi este asociat un mod diferit de a înţelege lumea.

Înainte de a examina această afirmaţie trebuie să ne oprim asupra unei teorii controversate numite ipoteza Whorf-Sapir. Această ipoteză afirmă că limba vorbită de o anumită societate este strâns dependentă de modul în care respectiva societate se raportează la lume. Modul în care societăţile structurează evenimentele şi istoria, precum şi modul în care înţelege timpul şi separarea spaţială pot fi descoperite prin examinarea modului în care limbajul funcţionează.

Dezbaterea care înconjoară ipoteza Whorf-Sapir tinde să escamoteze contribuţia sa importantă ca o abordare alternativă la modul în care recepţionăm lumea. Abordarea modernă a lingvisticii, cea bazată pe teoria lui Noam Chomsky, afirmă că diferenţele dintre limbile vorbite pe Terra sunt superficiale, întrucât toate limbile se bazează pe o structură lingvistică profundă. Cum ar putea deci ca aspecte mărunte să dea naştere la diferenţe importante în ceea ce priveşte receptarea lumii?

În *Instinctul limbajului*, populara carte de lingvistică a lui Steven Pinker, autorul realizează o versiune reducționistă a ipotezei Whorf-Sapir şi apoi purcede la a o "executa". Pinker consideră că ipoteza Whorf-Sapir afirmă că limbajul este cauza modului în care noi gândim despre lume.

Apoi Pinker arată o varietate de cazuri şi experimente în care gândul uman este capabil să ocolească restricțiile limbajului. Dar, în fapt, ipoteza Whorf-Sapir nu este reducționistă şi mecanicistă în felul în care Pinker arată. Această ipoteză înseamnă o abordare subtilă a limbajului şi a modului de receptare a lumii, dar subtilitățile sunt dificil de testat în laborator, iar psihologii preferă o versiune simplistă a unei teorii, care să poată fi verificată ori respinsă.

Sunt dovezi categorice care indică faptul că modul în care percepem o anumită situație depinde de contextul în care este prezentată. Un aspect al acestui context este limbajul şi astfel limbajul, percepția şi modul de înțelegere a lumii sunt legate inexorabil.

Societățile umane trăiesc în medii şi ținuturi cu geografie diferită. Natura din jurul nostru ne poate "îndemna" să vânăm, să lucrăm pământul, să pescuim, să construim mici localități rurale ori să trăim o existență nomadică. Aceste activități afectează modul în care societatea este organizată; ele determină cum relațiile de familie şi proprietatea sunt structurate. Este inevitabil ca *limbile* şi *viziunile asupra lumii* care se dezvoltă în diverse societăți umane să meargă mână în mână, influențându-se reciproc; aici cuvântul "influență" este departe de a însemna "cauză".

Eschimoşii Inuit şi bogăția limbajului. Se arată adesea că întrucât eschimoşii Inuit vânează şi călătoresc în nordul îndepărtat, aceştia au învățat să facă diferența între diferitele moduri în care se prezintă zăpada, având, în consecință, un vocabular bogat pe acest subiect, al zăpezii. Dar acest vocabular bogat nu îi face pe cei din populația Inuit să observe diferite aspecte ale zăpezii într-un sens mecanicist. Este vorba doar despre faptul că ei dispun de un instrument precis pentru a-şi exprima ceea ce percep. Având asemenea "instrumentar" la dispoziție, ei au capacitatea de a face diferențe fine în privința rezultatelor percepției lor.

Noi, de asemenea, în lumea noastră tehnologizată, am dezvoltat un vocabular bogat. Avem de a face cu diferite tipuri de maşini, căi de comunicare ori sisteme de informații şi dispunem de cuvintele potrivite pentru a ne referi la acestea.

În mod asemănător doctorii dispun de un vocabular bogat de termeni tehnici, aşa cum avocații ori alte meserii au propriul vocabular specific. Parte din antrenamentul unui doctor înseamnă învățarea numelor tuturor oaselor picioarelor, de exemplu. Să ştii acele nume înseamnă să poți face diferența dintre ele; pentru un nespecialist, sunt doar oase. La fel, avocații folosesc un limbaj specific pentru a face remarci fine despre disputele juridice. Asta nu înseamnă însă că doctorii ori avocații dispun de abilități logice ori de capacități olfactive diferite de ceilalți, dar fără a folosi limbajul tehnic specific meseriei lor le va fi mult mai dificil să fie preciși în exprimări.

Blackfoot şi Rheomode-2

Bunul-simț ne spune că flexibilitatea, bogăția şi precizia limbajului într-un anumit domeniu ne permit să distingem între fenomene cu o mai mare claritate. Capacitatea de a folosi limbajul, diferită la fiecare dintre noi, ne permite să vedem lumea în mod diferit.

Jonathan Miller, autorul cărții *Corpul Întrebării*, arată că pentru un non-specialist interiorul corpului uman reprezintă doar o masă amorfă de carne. În schimb, doctorii, după ce fac numeroase disecții şi învață să numească elementele constituente ale organismului, ajung să vadă diferit, fiecare organ, cu toate conexiunile dintre acestea.

Aşa cum se întâmplă şi cu legendele privitoare la crearea lumii, simplul act al numirii aduce lucruri întru ființă. Limbajul este mai mult decât vocabular. Indienii Blackfoot folosesc verbele mult mai intens decât noi şi fac diferențe fine între modurile verbelor. Viețuind într-o lume a mişcării, limbajul lor este adaptat pentru a face față transformării continue.

Prin contrast, familia limbilor Indo-europene pune accent pe modul în care substantivele - obiectele gândirii - sunt conectate prin verbe. Acest tip de limbaj ne permite să *reificăm* idei şi concepte şi să le tratăm pe acestea ca obiecte ale gândirii. Bertrand Russell argumentează că o mare parte din metafizică apare ca urmare a modului în care limbajul este structurat, a modului în care subiectul este *cuplat* la predicat într-o propoziție. Întrucât predicatul există, iar "eu", ca subiect, este legat de acesta, se manifestă o tendință convingătoare de a trata predicatul ca având, într-un anume sens, propria existență.

David Bohm

În contrast, vorbitorii Blackfoot "trăiesc" în procese, iar atunci când au nevoie să facă referire la un obiect, folosesc forme ale verbelor. Numele lor sunt *fluide*, schimbându-se de-a lungul vieții unei persoane. Blackfoot cred că ei sunt mai adaptați să vorbească despre fizica cuantică decât europenii. Deşi spusă sub formă de glumă, o astfel de afirmație are adevărul său şi reprezintă exact punctul de vedere exprimat de David Bohm.

Teoria lui David Bohm despre limbaj. Bohm a fost de acord cu Bohr că suntem în mod inevitabil suspendați în limbaj. Dar nu a fost de acord cu concluzia lui Bohr conform căreia nu putem discuta lumea cuantică. Problema apare, conform lui Bohm, întrucât lumea cuantică este una a proceselor, transformării, fluxului, pe când limbile europene descriu lumea prin intermediul substantivelor şi al conceptelor. Avem deci nevoie de o adevărată *limbă-a-proceselor*, un limbaj bogat în verbe, în care substantivele ocupă un loc secundar. Bohm crede că aşa cum electronul este o structură temporară, care apare şi dispare în cadrul unei holo-mişcări, substantivele şi conceptele sunt provizorii şi se dezvoltă din verbe.

Bohm a numit această limbă ipotetică "rheomode" - "rheo" referindu-se la curgere. El a crezut chiar că ar putea folosi acest limbaj şi a convins câțiva studenți să-l încerce. Experimentul nu fost tocmai un succes. Cum au fost dependenți de substantive toată viața, studenții au început să folosească structurile verbale "rheomode" ca substantive.

Abia în ultimii ani ai vieții Bohm s-a întâlnit cu indienii Blackfoot şi a realizat că un limbaj ca cel inventat de el există[1].

[1.] *În fapt, ideile lui Bohm despre limbaj au fost anticipate cu câteva zeci de ani mai devreme de scriitorul argentinian Jorge Luis Borges. Acesta scrie în "Tlön, Uqbar, Orbis Tertius" despre o țară locuită de idealişti (conform teoriei lui George Berkeley), care se îndoiesc de existența obiectelor şi chiar de continuitatea spațiului şi a timpului subiectului experimentator. Cei care locuiesc în sudul țării folosesc o limbă constând integral din verbe.*

Limbajul şi tu - cine este stăpânul?

În *Alice în țara minunilor*, Humpty Dumpty o admonestează pe Alice atunci când aceasta întreabă care este înțelesul unui cuvânt. Pentru Humpty un cuvânt înseamnă exact ceea ce el vrea să însemne, pentru că: *cine este stăpânul, el ori limbajul?*

Bertrand Russell a vrut să urmărească raționamentul lui Humpty folosindu-se de al său *atomism logic*, reducând limbajul la *intenție* şi forțându-l să însemne exact *ceea ce se intenționa* să însemne. Pe când era tânăr, Wittgenstein sugera că limbajul creează imagini ale realității şi, cu condiția şă ne limităm afirmațiile la cele similare afirmațiilor ştiințifice, ar putea fi posibil să spunem ceva precis despre lume.

Mai târziu însă, Wittgenstein a realizat că *limbajul are viață proprie*. Poeții sunt extrem de grijulii privitor la modul în care limbajul este folosit şi pot petrece zile pentru a alege cuvântul potrivit. Însă adevărata putere a poeziei stă în multiplele înțelesuri ale cuvintelor şi în capacitatea acestor cuvinte de a evoca înlănțuiri de imagini, metafore etc. Aceste jocuri ale limbajului sunt cele care sunt adevărate capcane pentru filozofie, pentru că limbajul creează confuzie atunci când filozofii încep să dezbată probleme ca *liberul arbitru*, *conştiința*, *cauzalitatea* şi *realitatea*.

Limba este un *organism* viu. Ne permite să ne jucăm şi să fim creativi. Este potrivită pentru orice, de la discursurile distorsionate şi convingătoare ale unui politician, până la vorbele unui vânzător de maşini ori ale unui adolescent îndrăgostit. Limba este folosită pentru glume, recitarea de poeme epice, compunerea unei scrisori pentru a exprima condoleanțe ori pentru a cânta o melodie folk. Limbajul este unul dintre instrumentele cele mai fine de care dispunem; cu toate acestea, pentru a-l cita din nou pe Bohr, suntem mereu suspendați în limbaj, neştiind unde este *sus* şi unde este *jos*.

Societatea vestică este suspendată într-un limbaj care preferă substantivele, în timp ce indienii Blackfoot folosesc un limbaj bogat în forme verbale. Dar ştiința vestică a intrat acum într-o nouă eră, când limba bazată pe substantive nu mai este adecvată. Pe de altă parte, este improbabil că vom putea transforma limba pe care o vorbim pentru a răspunde provocărilor existente. A avut, prin urmare, Bohr dreptate susținând că ne-am atins limitele cunoaşterii atunci când am "întâlnit" lumea cuantică?

După cum acest capitol a arătat, certitudinea limbajului este doar o altă iluzie a începutului de secol al XX-lea la care a trebuit să renunțăm. *Atomismul logic* al lui Russell este incapabil să creeze bogăția lumii noastre. Este imposibil să fim totalmente preciși atunci când vorbim. Nu putem "țintui" lumea în cuvinte. Dar limbajul are multe să ne ofere, iar viețile noastre sunt mult

mai bogate atunci când acesta rămâne liber, nerestricționat. Poate că următorul Niels Bohr va vorbi una dintre limbile Algonquian.

Sfârşitul reprezentării

Capitolul precedent s-a încheiat cu câteva reflecții pe marginea limbajului şi a viziunii asupra lumii. Vom continua această călătorie, analizând diferite moduri de a ne reprezenta lumea *în diverse domenii, de la artă şi ştiință până la felul în care vorbim.*

CAPITOLUL V - SFÂRŞITUL REPREZENTĂRII

De fapt, felul în ne imaginăm lumea influențează puternic ceea ce vedem în realitate cât şi, în consecință, modul în care gândim despre noi şi structurăm societatea. Şi prin "a vedea" mă refer atât la actul percepției vizuale, cu ajutorul ochilor, dar şi la cel al reprezentării mentale, cum e cazul în cadrul "imaginării" mentale a lumii.

La prima vedere pare mai degrabă extravagant să pretindem că modul în care vedem lumea influențează felul în care gândim despre noi înşine. Cum ar putea fi aşa ceva adevărat? Pentru a înțelege acest raționament să începem cu revoluția copernicană, care a modificat radical concepția noastră cu privire la locul planetei Terra în Univers. Înainte de Copernic Pământul era privit cu fermitate ca fiind centrul cosmosului. Pentru mai bine de 2000 de ani ființele umane s-au închipuit asemenea unui cerc magic, o mandală budistă, înconjurate de o serie de sfere protectoare, planetare şi divine.

Viziunea creştină, care a dominat gândirea de-a lungul Evului Mediu, a zugrăvit umanitatea ca reprezentând apogeul creației. Sarcina noastră, conform Genezei, era să "subjugăm planeta". Întruparea şi crucificarea lui Cristos nu aveau de-a face doar cu soarta ființelor umane, ci reprezentau un eveniment cosmic care avea loc în inima Universului. După Căderea adamică în păcat, nu numai că rasa umană a fost alungată din Grădina Raiului, dar din acel moment materia însăşi a căzut în dizgrație şi a aşteptat mântuirea. Aşa cum scria Jakob Böhme, "întreaga creație tânjeşte după ziua împlinirii", iar eroul condamnat - Faust - al lui Marlowe strigă: "Vezi sângele lui Cristos țâşnind pe firmament". Întregul Univers se învârtea în jurul umanității. Oamenii erau descendenții Căderii, iar după Căderе Universul intra într-o atitudine de aşteptare.

Toate acestea aveau să se schimbe odată cu revoluția copernicană. Terra a fost retrogradată la statutul de planetă oarecare aflată pe orbită în jurul Soarelui, iar umanitatea era îndepărtată de pe tronul său aflat în centrul cosmosului. Ceva mai târziu, după inventarea telescoapelor foarte puternice, aveam să aflăm că Soarele este doar o stea printre alte nenumărate miliarde de aştri. Astfel că *revoluția copernicană a produs în harta noastră mentală o dislocare dramatică a locului pe care îl ocupăm în schema Universului.* Această modificare a imaginii despre noi înşine în relația cu cosmosul a creat o falie între spațiul interior, psihologic (în care simțisem până atunci că trăim) şi modul în care ne reprezentam în relație cu noua geometrie a cosmosului.

De fapt, această schimbare de perspectivă trebuia privită pentru a putea fi crezută. Aşa cum subliniază istoricul de artă Martin Kemp, revoluția copernicană a generat o mulțime de reprezentări, de la diagrame şi schițe până la modele mecanice. Privitul spre una dintre aceste diagrame ori modele echivala cu însăşi actul proiecției mentale. Era ca şi cum priveam acum

înăuntru de undeva din exterior, de parcă ne schimbasem brusc poziția dinspre o existență în centrul a tot ceea ce există către periferia cosmosului.

O revoluție similară a avut loc atunci când au fost publicate primele fotografii ale Pământului făcute din spațiu. Nu doar că erau imagini reale ale planetei, dar au şi anunțat naşterea unui mod nou şi simbolic de a "vedea" planeta dinăuntrul imaginației. Acel obiect, imaginat ca plutind în spațiu şi privit din exterior, era în acelaşi timp căminul nostru al tuturor. Dincolo de credințele ori culoarea pielii fiecăruia dintre noi eram cu toți legați indisolubil în această pânză globală a ecologiei.

Una dintre cărțile mele, The blackwinged night, examinează schimbările dramatice petrecute la nivelul conştiinței umane la finele Evului Mediu şi la începutul perioadei renascentiste. Lucrarea demonstrează că revoluția a ceea ce însemna să fii om a fost accelerată de o schimbare radicală a modului în care oamenii priveau şi îşi reprezentau lumea. Evul Mediu, de pildă, a adus schimbări de reprezentare în diverse domenii, plecând de la perspectiva în pictură până la notațiile muzicale şi de la cartografie la contabilitatea dublă. Faptul că oamenii aveau la dispoziție unelte mentale noi cu care să reprezinte diferite aspecte ale realității înconjurătoare a însemnat că acum aceştia puteau să exteriorizeze şi să obiectiveze această lume. Procedând astfel ei puteau trata lumea ca obiect extern lor şi ca ceva ce putea fi contemplat înăuntrul imaginației. Lumea devenise un obiect ce putea fi manipulat în teatrul minții, mai degrabă decât o realitate tangibilă. Asta însemna, de asemenea, că oamenii puteau dobândi un control crescut asupra lumii din jurul lor, totuşi cu prețul pierderii implicării directe. Cu cât obiectivăm mai mult lumea, cu atât mai mare este pericolul de a pierde contactul cu simțământul participării directe la spectacolul naturii.

Cum funcţionează vederea

Din momentul în care deschidem ochii dis-de-dimineață, faptul că *vedem* este practic un proces automatizat, unul pe care de-abia ce îl conştientizăm. Lumea este pur şi simplu "acolo." Este prezentă pentru noi. O vedem, *aparent* fără vreun efort.

Însă o examinare mai atentă a mecanismelor de funcționare ale aparatului vizual uman ne dezvăluie faptul că actul de a vedea prezintă un grad înalt de premeditare, nefiind în niciun caz o simplă procedură „fotografică", cum am putea presupune. Totul se petrece de parcă explorăm în mod constant lumea, „atingându-i" cu ochii formele şi structurile. Mai mult decât atât, o mare parte din ceea ce vedem se naşte din ceea ce ne aşteptăm să vedem. Cu alte cuvinte, *nu se poate face diferența cu adevărat între a „vedea" cu mintea şi a privi cu ajutorul ochilor; cele două procese sunt strâns interconectate.*
Studiile ştiințifice ne spun că abilitatea de a vedea lumea implică integrarea unei varietăți de strategii diferite care operează între ochi şi creier. Cele fundamentale sunt "inscripționate" în diferite zone ale creierului. Prin termenul pus între ghilimele am vrut să exprim ideea că toți oamenii, dar şi multe animale, prezintă aceleaşi instrucțiuni genetice care permit dezvoltarea unor seturi similare de căi neuronale responsabile cu vederea. Cu alte cuvinte, primii paşi înspre actul de a vedea se dovedesc a fi aceiaşi pentru toți oamenii. Semnale provenind de la nervul optic pătrund în creier, unde sunt dirijate către trei centre distincte: creierul mijlociu sau mezencefalul, cerebelul şi cortexul vizual. Acesta din urmă este la rându-i împărțit într-o serie de regiuni, în fiecare dintre acestea petrecându-se procese vizuale complet diferite.

Procesele care au loc la nivelul mezencefalului, de exemplu, se petrec şi în cazul organismelor

mult mai simple, cum ar fi broaştele. Ar fi probabil, corect, dacă am spune că la acest nivel de fapt nu "vedem" nimic, în sensul înregistrării unei scene vizuale în mod conştient. Funcţiile mai primitive ale mezencefalului sunt instinctuale. Atunci când o muscă intră în câmpul vizual al unei broaşte, limba acesteia este proiectată foarte rapid către insectă cu o acţiune de tip reflex. Nu putem spune că broasca a putut într-adevăr să vadă musca înainte de a-şi proiecta limba spre ea, nu în accepţiunea noastră asupra termenului „a vedea”.

Vederea, în accepţiunea pe care oamenii o dau termenului, aceea de a percepe cu ajutorul văzului lucrurile, începe cu procesele care se petrec în diferitele regiuni ale cortexului vizual. Unul dintre aceste procese implică căutarea marginilor, graniţelor obiectelor. Distingerea marginii unui obiect este importantă în încercarea de a determina conturul acestuia. Alte strategii sunt folosite pentru a alege obiecte în mişcare, domeniile de culoare, zone de deplasare şi aşa mai departe. (Când cercetătorii proiectează roboţi care să recunoască anumite obiecte, ei folosesc strategii similare în cadrul programelor de calculator pe care le implementează.)

Aceste prime etape ale procesului de a vedea implică prin urmare prelucrarea separată, dar simultană, a informaţiilor recepţionate de la ochi. La acest moment creierul încă nu "vede", de exemplu, o casetă care conţine culorile roşu şi galben căzând de la o fereastră, ci mai degrabă distinge o serie de margini, un domeniu de deplasare, câteva zone de diferite culori şi aşa mai departe. În continuare, diferitele rezultate constând în aceste informaţii sunt integrate pentru a forma un ansamblu vizual. De-abia în acest moment vedem căzând o cutie roş-galbenă ori o maşină albastră îndepărtându-se de noi sau o persoană făcându-ne cu mâna.

Descrierea de mai sus a abordat actul de a vedea dintr-un singur punct de vedere, asta deoarece procesul are de asemenea foarte mult de-a face şi punerea la îndoială a celor recepţionate. Pe măsură ce creierul încearcă să integreze indiciile vizuale pe care le-a adunat, acesta face foarte rapid o serie de presupuneri: Este aceea o maşină albastră care se deplasează sau pur şi simplu vântul care modifică imaginea reflectată a cerului pe suprafaţa unui lac? Este acea pată de culoare închisă o umbră sau ar putea fi blana neagră a unui animal hăituit? Se ascunde cineva în acel tufiş ori e doar un model de frunziş?

Ochii sunt mereu în căutarea certitudinii, în timp ce creierul lucrează cu echivocul, cu incertitudinea, cu îndoiala. Iar în acest punct intră în scenă intenţionalitatea actului de a vedea. De la o clipă la alta creierul caută ceea ce este relevant în cadrul informaţiilor pe care le primeşte. Emite în mod constant ipoteze despre mediul înconjurător şi, asemenea unui filozof popperian, are nevoie de informaţii suplimentare în scopul de a respinge unele dintre aceste ipoteze, acceptând cu titlu provizoriu altele. Pentru ca acest lucru să se întâmple creierul trebuie să instruiască ochii unde şi ce să caute. Prin urmare, sunt trimise în mod constant semnale către muşchii care înconjoară globii oculari, în scopul de a-i direcţiona pentru a explora diferite zone ale decorului vizual exterior şi astfel de a aduna mai multă informaţie.

Nu numai că informaţia circulă în mod constant dinspre nervul optic spre creier, dar la fel de important, o serie de întrebări şi comenzi circulă dinspre creier spre ochi. Aceste două fluxuri se întâlnesc în anumite puncte de-a lungul nervului optic. Semnalele care vin dinspre creier „interoghează” datele brute provenind de la ochi, mecanism prin care se asigură faptul că doar informaţiile semnificative ajung la cortexul vizual - cu alte cuvinte, acele răspunsuri care ajută creierul să respingă anumite ipoteze vizuale şi să le confirme cu titlu provizoriu pe altele.

O analogie ar fi un sistem de filtrare ipotetic ataşat programului dvs. de e-mail. Aceasta va scana conţinutul fiecărui mesaj la momentul în care acesta este descărcat de pe serverul dvs.

Mesajele de la prietenii apropiați și cele de la colegi relevante pentru activitatea dvs. sunt lăsate să treacă prin filtrul respectiv și vă sunt afișate pe monitor, dar spam-ul, mesajele publicitare, scrisorile în lanț și așa mai departe sunt rejectate. Mai mult, sistemul este unul inteligent, astfel că vă monitorizează continuu activitățile efectuate pe calculator pentru a detecta ce este important pentru dvs. de la un moment la următorul. Astfel, veți recepționa doar mesajele de importanță crescută și urgente, pentru a nu vă mai face griji în privința celorlalte.

Un proces similar are loc în cazul mecanismelor implicate în simțul văzului. Creierul nu vrea să fie supraîncărcat cu tot ceea ce detectează ochiul. Este interesat doar de informații relevante pentru decorul pe care încearcă să îl construiască, precum și în ceea ce privește monitorizarea acestuia pentru cazul în care ceva semnificativ suferă modificări. Aceste date vizuale care ajung în cele din urmă la creier, ajută la crearea unei ipoteze cu privire la lumea exterioară. La rândul său, creierul comandă în continuare ochiul, mișcându-l pentru a colecta date noi care vor ajuta la confirmarea acestei ipoteze sau la rezolvarea ambiguităților vizuale.

Cum ne reprezentăm ceea ce vedem

În acest al 44-lea episod al lucrării lui David F. Peat intitulată "De la certitudine la incertitudine" continuăm analiza începută anterior pe tema simțului văzului și a funcționării acestuia și vorbim despre modul în care limbajul influențează felul în care vedem lumea.

CUM VEDEM CU MINTEA

Actul de a vedea include așadar o pendulare constantă între generarea și înlăturarea îndoielii. Dar asta înseamnă că o mare parte din ceea ce „vedem" trebuie să fie deja prezentă în creier sub forma presupunerilor bazate pe ceea ce am învățat deja despre lume și felul în care aceasta funcționează. Într-adevăr, ceea ce vedem nu reprezintă decât într-un mic procent ceea ce există în fața ochilor noștri, restul fiind creat pe baza amintirilor și a strategiilor vizuale care se desfășoară la nivelul creierului. Dacă începem să detectăm fața unei persoane pe un anumit fundal ne așteptăm în mod automat să observăm doi ochi, un nas și o gură. Dacă persoana poartă o mască recepționăm un soi de alertă vizuală care ne atenționează că ceva este fundamental greșit. Când ieșim pe ușă de dimineață observăm în mod inconștient poziția Soarelui pe cer, iar creierul nostru este atenționat să detecteze umbrele care cad în anumite direcții și să le deosebească de petele de ulei de pe carosabil ori de peticele de pământ de culoare mai închisă. Pe scurt, *o mare parte din ceea ce vedem reprezintă ceea ce ne așteptăm să vedem.*

Astfel se explică de ce „vedem" fețe și forme pe suprafața licărind a unui foc de tabără sau pe cea a norilor. De aceea Leonardo da Vinci i-a sfătuit pe artiști să își descopere subiectele privind fix la petele de pe un perete alb. Focul dă naștere unui licăr constant, o schimbare continuă a informațiilor vizuale recepționate care nu se integrează niciodată în cadrul a ceva solid, permițând astfel creierului să se angajeze într-un joc al ipotezelor. În schimb, peretele nu ne oferă prea multe indicii vizuale, iar creierul începe să emită din ce în ce mai multe ipoteze, într-o căutare disperată a unei confirmări. O crăpătură în perete seamănă puțin cu un profil nazal și, dintr-o dată, ni se dezvăluie o întreagă față ori un cal sărind sau poate o figură de dans. În astfel de cazuri strategiile vizuale ale creierului proiectează imagini din interiorul minții în lumea exterioară. Putem de asemenea observa la lucru unele din strategiile sistemului vizual atunci când avem temperatură. Pe perioada delirului, anumite zone ale camerei par că se mișcă, tavanul pare a cădea peste noi, ba chiar anumite forme se ivesc din pereți.

În timp ce unele dintre aceste strategii sunt încorporate la nivel fizic în creier sau determinate genetic, multe depind de felul în care am fost crescuți și de mediul înconjurător. Orășeanul învață să perceapă lumea în mod diferit de nomadul care străbate necontenit deșertul ori decât inuitul din nordul arctic extrem. Fiecare dintre aceștia s-ar simți pierdut în mediile de viață ale celorlați. Actul de a vedea implică intenționalitate prin intermediul punerii constante sub semnul îndoielii a lumii și ulterior prin căutarea modalităților de înlăturare a acestor îndoieli. În schimb, ipotezele vizuale pe care le facem despre lume au foarte mult de-a face cu contextul în care ne aflăm într-un moment sau altul, context care se referă nu doar la poziția noastră de moment, ci și la societatea noastră în ansamblul său, mergând până la limba pe care o vorbim.

În cadrul unui experiment, le-au fost prezentate subiecților o serie de fotografii, în paralel experimentatorul introducând și un subiect de discuție. În funcție de topicul de conversație ales subiecții interpretau aceleași fețe în moduri radical diferite, citind pe ele toate trăsăturile de caracter posibile, de la mărinimie la instinct criminal.

Unul dintre cele mai frapante exemple cu privire la modul în care atribuim sens lucrurilor în funcție de context este "*efectul Kuleshov*" descoperit în perioada de început a cinematografiei. Regizorul și profesorul rus Lev Kuleshov a surprins pe peliculă expresia facială neutră a unui foarte cunoscut actor, iar ulterior a editat-o, incluzând-o într-o serie de imagini printre care se numărau un castron cu supă, o persoană decedată și un copil jucându-se. Când secvențele editate au fost prezentate auditoriului, privitorii au citit pe fața actorului sentimente de foame, tristețe și afecțiune. Mai mult decât atât, cei care au urmărit filmul au elogiat interpretul pentru talentul său actoricesc.

Criticul de artă John Berger a scos în evidență un efect similar pe parcursul serialului de televiziune "Moduri de a vedea". Berger a fotografiat porțiuni din lucrarea lui Caravaggio intitulată "*Cina din Emmaus*" (care îl înfățișează pe Cristos alături de discipolii săi), fragmente pe care ulterior le-a editat într-o secvență video. A folosit apoi secvența editată în cadrul documentarului său de televiziune, acompaniind-o de un fundal muzical. În primul caz muzica a fost din "*Patimile după Sf. Matei*" a lui J.S. Bach. În al doilea caz aceeași secvență video a fost însoțită de o operă de comedie italienească. În primul context privitorii au descoperit o pictură cu un caracter profund religios, în timp ce în cel de-al doilea a ieșit în evidență un grup de italieni care savurează cina.

LIMBAJUL ȘI VĂZUL

Contextul influențează ce și cum vedem și, așa cum am văzut în capitolul anterior, limbajul reprezintă un context cu o însemnătate specială, tocmai de aceea fiind profund conectat cu modul în care vedem lumea. Așa cum am precizat deja, o parte din instruirea unui medic presupune memorarea numelor părților corpului; atunci când aceste cunoștințe se combină cu disecții și lecții de anatomie studentul la medicină învață gradat să „privească" diferitele organe și componente ale corpului uman. Interiorul corpului uman ar arăta asemenea unei colecții dezordonate de cărnuri pentru un observator neinstruit. Dar cunoscând denumirile părților componente un doctor vede ceva cu totul diferit – o rețea de organe, vase de sânge, nervi, mușchi ș.a.m.d.

Într-o manieră similară recunoaștem tipare pe cerul nopții dacă ne-au fost istorisite povești despre constelații și ne-am însușit numele acestora. Alte culturi folosesc nume și istorisiri diferite, astfel că recunosc modele diferite.

După cum am văzut şi în capitolul anterior, limbajul populațiilor Blackfoot este unul care abundă în verbe, în sensul că acestea reprezintă partea cea mai importantă a limbajului, cu multe substantive jucând un rol secundar şi derivând din verbe, astfel că nu e tocmai surprinzător că indienii Blackfoot trăiesc într-un univers într-o continuă mişcare şi transformare.

Ideea nu e că un anumit limbaj evoluează pentru ca apoi să ne determine să vedem lumea într-o anumită manieră, ci este vorba mai degrabă de faptul că limbajul şi concepția despre lume se dezvoltă în paralel, unul lângă cealaltă, până la punctul în care limbajul devine adânc impregnat în realitate şi susține în mod constant o manieră specifică de a vedea şi structura lumea. În final devine dificil să vezi lumea în orice altă manieră.

CREATIVITATEA ŞI ÎNDOIALA

Modalitățile prin care noi reprezentăm lumea, în toate domeniile, plecând de la limbaj şi până la artă şi ştiință, influențează profund felurile în care structurăm lumea în care trăim şi modul în care ne înțelegem pe noi înşine. Pe parcursul secolului al XX-lea multe din aceste modalități de reprezentare au suferit o modificare dinspre certitudine către incertitudine, iar în prezent lumea este una mai deschisă către nesiguranță şi îndoială. Această lipsă a unor strategii fixe înseamnă că există mai multe moduri de a explora lumea şi că de aceea trebuie să exersăm un sens mai profund al responsabilității care vine odată cu această libertate.

Această lipsă de certitudine poate fi unul dintre motivele pentru care perioada contemporană nu este una în care omenirea să excelеze în artă şi literatură. Nu sunt declarații atotcuprinzătoare de făcut şi nici mituri epice de povestit. Lumii noastre îi lipseşte simțământul de încredere şi siguranță necesar apariției unui nou Bach ori unui al doilea Michelangelo. Într-o perioadă de tranziție, când totul este pus sub semnul întrebării, creativitatea noastră îşi poate atinge punctul de maxim nu sub forma unor opere de artă, ci prin constituirea unor structuri sociale noi şi a unor relații mai stabile şi sustenabile cu mediul înconjurător. Doar după ce această perioadă, una care s-ar putea prelungi mult în interiorul secolului XXI, va fi trecut, va apărea un nou context, vor apărea noi împrejurări, un nou cadru în care noile mituri şi strădanii artistice să poată prinde contur.

Pictura şi reprezentarea realităţii

Schimbările din modul în care vedem lumea sunt, de asemenea, dovezi ale schimbărilor conştiinței umane. Este uşor de observat acest aspect privind picturile, în special privind picturi din culturi diferite ori picturi create cu mai multe secole în urmă.

Modificarea realității prin artă

Aceste picturi reprezintă o importantă cale de a descoperi cum oameni diferiți îşi structurează lumea. Astăzi dispunem de beneficii suplimentare aduse de fotografie, film şi televiziune. La urma urmelor, îşi pot imagina cei care sunt sub 50 de ani cum e să trăieşti într-o lume a imaginilor în alb şi negru şi a rolelor de film? Privind filmele făcute în anii '30, cu interioarele specifice ale caselor, hainele vremii, maşinile mari şi viața din oraşele mici - vedem o lume profund diferită de cea de astăzi. Este o lume ce pare mai *granulară*, mai directă şi mai simplă. Prin contrast, în cinematograful contemporan este din ce în ce mai dificil să ştii ce este real şi ce este creat de computere ori la procesarea post-producție. Dacă odată "a vedea era a

crede", astăzi nu mai poți fi sigur de actualitatea unei ştiri TV ori de fotografia dintr-un ziar.

În cartea lui George Orwell, *"1984"*, cotidienele din trecut erau în mod constant rescrise în acord cu declarațiile zilei ale Fratelui cel Mare. Dacă membri ai partidului cădeau în dizgrație, numele lor dispărea din ziare şi din din cărți. Dacă Fratele Cel Mare afirma că producția de oțel a crescut (când nu exista niciun indiciu că s-ar fi întâmplat astfel), numerele vechi ale ziarelor erau rescrise pentru a arăta o producție mai mică în trecutul mai îndepărtat. *1984* este o operă de ficțiune, dar ați observat că *mulți dintre oamenii importanți din trecut nu mai sunt afişați ca fumători*? Odată țigara şi fumul de țigară ce-o acompaniază dădeau un aer romantic imaginilor cu actori, scriitori şi muzicieni. Astăzi fumatul este repudiat, multe dintre vechile fotografii fiind modificate pentru a elimina țigările! Serviciul Poştal al SUA, de exemplu, a eliminat țigara din fotografia lui Jackson Pollock, folosită pentru timbrul de 33 de cenți. În acest fel scriitori, *compozitori şi staruri de cinema au devenit, retroactiv, nefumători*. Cât de mult din trecut va fi reinventat prin ochii prezentului?

Arta şi reprezentarea lumii

Fotografia şi cinematograful sunt invenții relativ recente, aşa că dacă dorim să observăm modul în care societățile şi-au reprezentat lumea lor, trebuie să privim picturile. Picturile de pe pereții peşterilor şi olăritul sunt printre cele mai mai vechi dovezi ale existenței umane. Picturile sunt de găsit în aproape toate civilizațiile umane - pe pereți neteziți, pe nisipul deşertului, pe panouri de lemn, sarcofage, mobilă, papirus, hârtie şi pânză.

Privirea picturilor din diferite părți ale lumii şi din perioade istorice diferite ne spune ceva despre lumea în care autorii lor au trăit. Picturi din Tibet şi India vorbesc despre o lume a puterilor şi a energiilor. Acestea nu sunt atât de mult descrieri ale zeilor, cât diagrame ale energiilor spirituale şi "uşi" care permit oamenilor să intre în alte lumi. Stâlpii totemici West Coast vorbesc despre relația unei familii cu creatorii şi îngrijitorii animalelor. Şi, când ne mişcăm ochii înainte şi înapoi pe un document chinez, observăm o modalitate diferită de a structura spațiul şi timpul.

Picturile pot folosi multe modalități pentru a-şi atinge obiectivul. Unele sunt emblematice şi folosesc culorile pentru a reprezenta evenimente şi figuri istorice. Altele spun istoria vieții unui faraon ori a unui rege. Altele sunt sunt mai schematice şi reprezintă esența unor obiecte, nu expresia vizuală a acestora. Alte picturi sunt instrumente folosite pentru a instrui ori a relata mituri şi legende, un fel de carte de benzi desenate străveche. Picturile aborigenilor din Australia reprezintă călătorii, hărți ale terenurilor şi locurilor privitoare la actul creației universului, în viziunea acestor aborigeni. În alte cazuri, picturile sunt expresia bucuriei pure.

Instrumentele picturii pentru reprezentarea realității

În fiecare caz, linia, culoarea şi forma au fost folosite pentru a crea diagrame, simboluri, hărți şi ilustrații ale unor aspecte specifice ale lumii. Picturile indică căile pe care oamenii le-au ales pentru a structura lumea lor, picturile fiind, deci, reprezentarea acestei structurări. Acestea pot fi văzute ca modalități de a privi în trecut, la energiile naturii ori la puterile zeilor sau ca expresie a plăcerii provocate de expresia vizuală a lumii.

Majoritatea picturilor folosesc unul sau mai multe dintre aceste instrumente. De aceea, de la Renaştere şi până la sfârşitul secolui al XIX-lea arta Vestică este unică. Pentru câteva secole au fost ignorate alte abordări ale picturii, din cauza preocupării de a reprezenta lumea într-un mod

iluzionist. Scopul a fost de a perfecționa metode de a reprezenta aparența lucrurilor într-un anumit moment.

Asta nu înseamnă că alte civilizații nu au recurs la reprezentarea iluzionistă. La urma urmelor, portretele pictate pe capacele sarcofagelor grecești ori romane erau destul de realiste. Cu toate acestea, odată cu Renașterea, arta Vestică a devenit preocupată cu reprezentarea iluzionistă. În parte, cred, originea se află într-un simțământ puternic al obiectivării lumii. Conștiința umană s-a izolat de lume. Se reprezintă pe sine ca fiind în afara naturii și privind în interiorul acesteia. A renunțat la a mai fi un participant activ, devenind un observator și un contemplator. În mod natural, această tendință avea nevoie de o artă care să o completeze și care să o reprezinte.

Apariția perspectivei

Perspectiva geometrică, invenția apărută în Florența Renașterii, a devenit contemporană cu această modificare în ceea ce privește observarea realității. Mereu au fost modalități de a exprima soliditatea lucrurilor și poziția lor în spațiu. De exemplu, făcând lucrurile mai mari ori mai mici, cu cel mai apropiat peste cel îndepărtat. Alte căi pentru a reprezenta depărtarea sunt: ceața, o umbră albăstrie pentru munții depărtați, schimbarea mărimii modelelor de pe carpete șamd. *Perspectiva*, ca metodă de expresie artistică, era, însă, complet diferită, ducând la o formă mult mai vie de creare a iluziei.

Înainte perspectivei apăruse pictura Fecioara pe tron, de Duccio, care putea fi observată din mai multe puncte de vedere. Parte din tron este văzută din partea stângă, altă parte din dreapta. Duccio ne-a oferit o imagine mai completă a tronului, integrând mai multe perspective. Pictura Vestică va trebui să aștepte apariția lui Picasso și Braque pentru a utiliza această metodă într-un mod coerent.

Duccio, Fecioara pe tron

Prin contrast, perspectiva folosește doar un singur punct de vedere. Este ca și cum lumea este privită printr-o fereastră, marginea pânzei fiind marginea ferestrei. În frescele sale ale capelei Scrovegni din Padua, Giotto, unul dintre primii pictori care au experimentat perspectiva, a făcut

remarci explicite la metoda folosită. În dreapta şi în stânga altarului Giotto a pictat arcade prin care se poate observa transeptul bisericii, cu o lampă atârnând. Pentru a completa această iluzie, vedem un unghi diferit al acestui transcept, din dreapta şi din stânga. Este ca şi cum Giotto a dat o gaură prin perete, iar noi vedem o extensie reală a capelei.

Desigur, nu toți pictorii au adoptat perspectiva iluziei lumii văzute printr-o fereastră. Caravaggio a ştiut regulile perspectivei suficient de bine pentru a le submina, folosind modalități cu efecte dramatice. În loc să prindă figuri şi obiecte în cadre, Caravaggio lasă pictura plană, dar intră în spațiul privitorului. Bolul cu fructe este gata să cadă, scaunele se prăbuşesc, brațele sunt întinse către fețele privitorului. Cu toate acestea, toate acestea au fost făcute pentru a spori drama, reprezentând realitatea lucrurilor într-un mod naturalist.

Perspectiva este un instrument minunat pentru a produce o anumită iluzie asupra realității. Dar nu trebuie uitat - chiar şi în cazul celor mai realiste picturi - că nu este decât un truc optic. Nu reprezintă modul în care noi vedem lumea, dar, din pricina prevalenței picturilor ce folosesc perspectiva de-a lungul secolelor, am ajuns să credem că acest tip de pictură reprezintă singurul mod realist de a descrie lumea exterioară. În fapt, *perspectiva descrie lumea aşa cum este ea văzută de o persoană cu un singur ochi, cu capul blocat într-o anumită poziție - şi reprezintă surprinderea realității preț de o singură clipă.* Este acelaşi sistem folosit de aparatul de fotografiat, unde lentilele focalizează o imagine pe o placă fotografică, iar obturatorul este deschis pentru o fracțiune de secundă.

Numai că, aşa cum am văzut la începutul capitolului, ochiul uman nu este niciodată fix, ci continuu scanează scena vizuală. De asemenea, capul se mişcă, pentru a surprinde multiple perspective, în timp ce creierul integrează toată această informație. Atunci când ne mutăm de la gândirea despre realism ca o cale obiectivă de a reprezenta lumea exterioară, la întrebări privind modalități prin care putem transmite modul nostru subiectiv de a vedea lumea, apar nenumărate alte moduri de a picta.

Pictorul David Hockney argumentează că instrumentul perspectivei îşi are originea în dorința artiştilor de a picta crucificarea. O crucificare este "portretul" unui anume moment, în multe cazuri momentul în care Iisus se înalță. De asemenea, este obişnuit ca Iisus să fie în centrul picturii, flancat de doi hoți, cu Maria şi discipoli privind către el. Fiecare privire este focalizată pe figura centrală; timpul este înghețat, iar perspectiva surprinde această scenă perfect.

Oricare i-ar fi originea, perspectiva a continuat să domine Vestul de-a lungul secolelor. S-a aplicat nu doar obiectelor religioase, ci şi celor laice. Perspectiva, de asemenea, a asigurat o modalitate realistă de a surprinde mai mulți oameni, împreună. *Rondul de noapte*, al lui Rembrandt, este o modalitate de a satisface egoul burghezilor bogați într-un portret de grup.

Rembrandt, Rondul de noapte

În mâinile pictorilor olandezi şi spanioli reprezentările iluzioniste ale fructelor, vegetalelor şi tacâmurilor au glorificat bogăția texturilor şi a suprafețelor şi au sugerat o esență de natură spirituală a lumii naturii. Un peisaj poate fi folosit spre deliciul privirii, dar şi ca un experiment aflat în observare ori ca expresie a bogăției unui proprietar.

Pictura - chintesență a unor fenomene sociale

De-a lungul secolului al XIX-lea multe picturi au încercat să spună o poveste. Pictura narativă victoriană a prezentat adesea o poveste morală ori a exprimat un sentiment corespunzător sub aspect social. În mod clar, iluzia realității a ajutat. Mijloacele de reprezentare au completat perfect viziunea societății. Anglia victoriană era ierarhizată: indivizii aveau locul lor, legea şi guvernul trebuia să fie respectați, iar eroii slăviți. Cei săraci şi cei veniți din zona rurală reprezentau consecințele inevitabile ale expansiunii industriale, astfel, meritând mila. Asemenea figuri au fost portretizate în pictură şi poveşti. Eroii, pe de altă parte, cereau pânze vaste, pline cu diverse figuri, cum ar fi *Moartea lui Wolfe*, de Benjamin West. Cei în viață puteau fi slăviți prin înveşmântarea lor în pelerine ori togi romane. Pre-rafaeliții, respingând materialismul şi urâțenia unei Britanii industriale, au recurs la un fel de întoarcere la Rai, prin picturi realiste şi foarte detaliate.

Moartea generalului Wolfe, de Benjamin West

Pictura în sprijinul politicii. Pictura lui David

În Franța, revoluția și ridicarea lui Napoleon au reprezentat o serioasă zguduire pentru ordinea socială preexistentă. În acele timpuri (ca și pe vremea lui Hitler ori a lui Stalin), artiștii trebuiau să fie sobrii, iar în pânzele lor să confere autoritate regimului, prin referirea la modele clasice bine stabilite. Franța l-a avut pe *Jacques-Louis David ca pictorul de curte al regimului*, care a pictat alegorii ale evenimentelor prezente ca și cum ar fi avut loc în Roma ori Grecia antică. În acest caz nu mai era vorba despre folosirea mijloacelor artistice pentru a reprezenta pe pânză mentalitatea societății, ci mai degrabă despre a sprijini prin pictură fantezia societății privitoare la ce dorea să fie. Abordarea lui David a funcționat pentru că aceste era un pictor genial. Hitler și Stalin nu au fost tot atât de bine serviți de pictorii oficiali. În presupusele sale portrete eroice, Hitler ne apare astăzi ca un om mic și ridicol, încercând să pară mai mare decât putea fi.

Una dintre capodoperele lui David, *Jurământul Horaților*, a fost terminată chiar înainte de Revoluție. Aceasta descrie momentul în care bătrânul Horațiu le înmânează săbiile sale celor trei fii ai săi, care jură să apere Roma împotriva orașului Alba. În dreapta picturii vedem femei din familie plângând, una este logodită cu un alban, iar alta, ea însăși o albană, este căsătorită cu unul dintre fii lui Horațiu. Această pictură a devenit un simbol al revoluționarilor. Ei au văzut-o ca pe o chemare la arme și un îndemn la luptă pentru o nouă ordine, chiar dacă asta însemna separare între prieteni ori membri ai familiei.

Jurământul Horaților, David

Pictura ca expunere a tarelor sociale. Theodore Gercault şi Pluta Meduzei

Măsura în care o reprezentare neoclasică poate servi unei societăți ca propagandă, pentru a etala maniera în care aceasta vede lumea, poate fi observată în scandalul declanşat de o pictură de Theodore Gercault, *Pluta Meduzei*, din 1882 (ulterior repunerii pe tron a monarhiei Bourbon). În 1816 fregata franceză *Meduza*, care se îndrepta către Senegal, a deviat de la curs, în timp ce echipajul celebra traversarea ecuatorului. Nava a lovit un recif şi a început să se scufunde. Cum nu erau suficiente bărci pentru toți, a fost încropită o plută, care ar fi trebuit să transporte 152 de membri ai echipajului. Cum aceasta a început să se scufunde sub greutatea încărcăturii, hrana şi restul obiectelor au trebuit să fie aruncate peste bord. Ofițerii au refuzat să ia comanda plutei şi, după ce pluta a fost trasă o vreme, pentru a se depărta de recif, aceasta a fost lăsată în derivă, ofițerii fiind în bărci. Pluta a plutit în voia valurilor timp de 12 zile, marinarii neavând niciun pic de hrană, *fiind nevoiți să recurgă la canibalism pentru a supraviețui*. Din cei 152 de marinari, doar 12 au supraviețui pentru a spune povestea. Gericault pictează momentul în care o navă (una de salvare, poate?) se observă la orizont, în timp ce unul dintre marinarii de pe plută îşi flutură cămaşa pentru a atrage atenția echipajului de pe corabie.

Theodore Gercault, Pluta Meduzei

Pictura a generat un scandal național şi a dezvăluit corupția prezentă la mai multe nivelului guvernamentale. Nu doar că ofițerii şi-au abandonat oamenii, dar căpitanul, un individ bătrân şi incompetent, îşi obținuse postul prin conexiuni politice.

Fie că o pictură celebrează imaginea unei societăți despre sine însăşi, fie că expune erori ale acestei imagini, fapt este că această pictură, bazată pe perspectivă, este, în esență, despre o formă de certitudine. Ea spune "aşa este lumea" ori "aşa ar trebui să fie lumea". Nu există spațiu de manevră pentru dubiu, paradox ori complementaritate în acest tip de pictură. Aceasta caută să reprezinte realitatea, dar, în acelaşi timp, nu surprinde modul exact în care noi vedem lumea.